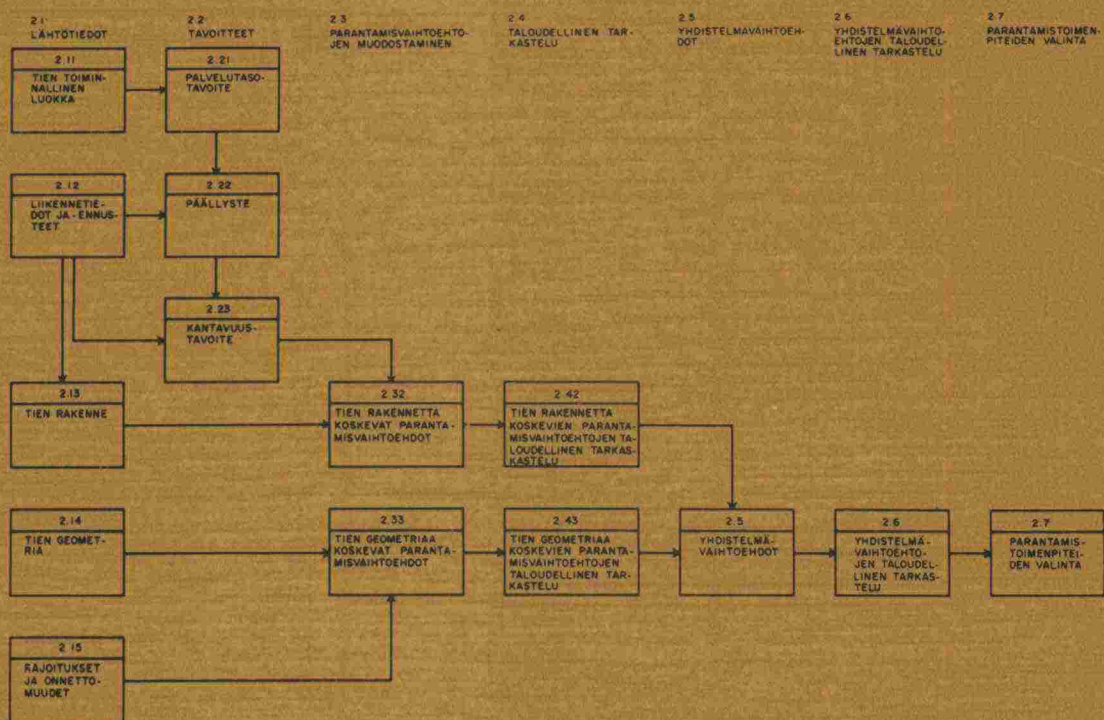


# TIEN PARANTAMISTOIMENPITEIDEN VALINTA



## SORA- JA ÖLJYSORATEIDEN PARANTAMISTOIMENPITEIDEN SUUNNITTELU

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

TVH N:o 2630 A4 500. 4. 71

HELSINKI 1971



17787a VR  
B 05.01

VII 3





TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

*ins. Hailanen & ins. R. Oerama*

SORA- JA ÖLJYSORATEIDEN  
PARANTAMISTOIMENPITEIDEN  
SUUNNITTELU

Helsinki 1971







# SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
JOHDANTO.....	8
I SORA- JA ÖLJYSORATEIDEN PARANTAMISTOIMENPITEIDEN VALINTA.....	10
1. Näkökohtia sora- ja öljysorateiden parantamisesta.....	10
1.1 Yleistä.....	10
1.2 Tien parantamiselle asetettavat yleistavoitteet	10
2. Tien parantamistoimenpiteiden valintamenettely.....	13
2.1 Lähtötiedot.....	14
1. Tien toiminnallinen luokka.....	14
2. Liikennetiedot ja -ennusteet.....	14
3. Tien rakenne.....	16
4. Tien geometria.....	16
5. Rajoitukset ja onnettomuudet.....	18
2.2 Tavoitteet ja vaatimukset.....	19
1. Palvelutaso- ja tienopeustavoitteet.....	19
2. Päällyste.....	20
3. Kantavuusvaatimus.....	22
2.3 Tien rakennetta ja geometriaa koskevien parantamis- vaihtoehtojen muodostaminen.....	25
1. Yleistä.....	25
2. Tien rakennetta koskevat parantamisvaihtoehdot	25
3. Tien geometriaa koskevat parantamisvaihtoehdot	27
2.4 Tien rakennetta ja geometriaa koskevien parantamis- vaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu.....	36
1. Yleistä.....	36
2. Tien rakennetta koskevien parantamisvaihtoehto- jen taloudellinen tarkastelu.....	37
3. Tien geometriaa koskevien parantamisvaihtoehto- jen taloudellinen tarkastelu.....	44
2.5 Yhdistelmävaihtoehtojen muodostaminen.....	46
2.6 Yhdistelmävaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu	47



2.7	Parantamistoimenpiteen valinta.....	47
II	PARANTAMISTYÖN SUUNNITTELUUN JA TOTEUTTAMISEEN LIITTY- VIÄ NÄKÖKOHTIA.....	49
3.	Inventointiin liittyviä näkökohtia.....	49
3.1	Päällysrakenne.....	49
3.2	Vauriokohdat.....	49
3.3	Tiealueen leveys.....	51
3.4	Onnettomuuskohdat.....	51
4.	Suunnitelman laatimiseen liittyviä näkökohtia.....	51
4.1	Tien kantavuuden lisäämistarve.....	51
4.2	Tien poikkileikkaus.....	51
4.3	Liittymät.....	52
4.4	Kuivatus.....	53
5.	Toteuttamiseen liittyviä näkökohtia.....	54
5.1	Tien leventäminen.....	54
5.2	Vauriokohdat.....	55
III	LIITTEET.....	
1.	Päällysteen kunnan määrittely.....	57
2.	Maanteiden kantavuuden mittaus ja routivuuden määrittely..... E <sub>2</sub> -arvot Benkelman-palkin taipuman funktiona	59
3.	Kuivatuksen arvosteluperusteet.....	62
4.	Palvelutasot kaksikaistaisilla maanteilla.....	63
5.	Tienopeuden määrittäminen.....	66
6.	Päällystetyyppien vertailulaskelmat.....	73
7.	Routivuuden poistamisesta sekä päällysteen kor- jauksesta ja parantamisesta aiheutuvien kunnossa- pito- ja ajokustannussäästöjen laskentaperusteet	78
8.	Teiden päällysrakennekerrosten rakentamiskustan- nustietoja.....	81
9.	Tien leventämisestä sekä mäkisyyden ja kaarteisuu- den pienentämisestä aiheutuvat ajokustannussäästöt	85



10.	Parantamishankkeiden ja -toimenpiteiden valinta- menettely.....	90
11.	Esimerkki parantamistoimenpiteiden valinnasta in- ventointipiirroksineen.....	95

# KUVALUETTELO

	Sivu
Kuva 1. Tien parantamistoimenpiteiden valinta.....	15
Kuva 2. Päällysteiden taloudelliset käyttöalueet.....	21
Kuva 3. Parannetun tien päältä vaadittavan kantavuuden riippuvuus liikennemäärästä tai kuormituskertaluvusta.....	24
Kuva 4. Kestopäällystekerrosten paksuuden määrittäminen	24
Kuva 5. Jakavan ja kantavan kerroksen vahvistustarve...	26
Kuvat 6.-9. Palvelutasoilla C ja D sallittavan liikennemäärän riippuvuus eri tekijöistä.....	31
Kuva 10. Tien poikkeuksellisen pienen kaarresäteen määrittäminen tien kaarteisuuden perusteella.....	35
Kuva 11. E <sub>2</sub> -arvot B e n k e l m a n - palkin taipuman funktiona.....	60
Kuva 12. Ohjenopeuden riippuvuus pysähtymis/kohtaamisnäkemästä.....	67
Kuva 13. Pysähtymisnäkemää vastaavan tienopeuden riippuvuus kohtaamisnäkemän avulla määritetystä tienopeudesta.....	67
Kuva 14. Näkemäkäyrä Orimattila-Hämeenl. raja.....	70
Kuva 15. Päällysteen uusimisvälin riippuvuus keskimääräisestä liikennemäärästä.....	77
Kuva 16. Kulutuskerroksen kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen.....	79
Kuva 17. Eri päällystetyyppien yksikkökustannusten riippuvuus sideaineen ja massan kuljetusäisyyksistä	82
Kuva 18. Päällysrakennekerrosten rakentamiskustannusten riippuvuus materiaalin kuljetusmatkasta.....	83
Kuva 19. Eräiden tienparannustoimenpiteiden aiheuttamat ajokustannussäästöt p/ajon.km.....	87
Kuva 20. Kaarteisuuden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo.....	88
Kuva 21. Mäkisyyden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo.....	89
Kuva 22. Investoinnin tehokkuusluku - toteuttamiskustannuskuvio.....	92
Kuva 23. Inventointipiirros.....	118



TAULUKOT

	Sivu
Taulukko 1. Parantamistoimenpiteiden alustava määrittäminen nykyisen tien geometrian ja rakenteen perusteella.....	30
Taulukko 2. Parantamisvaihtoehdot.....	33
Taulukko 3. Yhden vuoden ajalta kertyvien ajokustannus- ja kunnossapitokustannussäästöjen nykyarvo.....	39
Taulukko 4. Kertoimen z määrittäminen.....	40
Taulukko 5. Suurin kannattava vahvistamisinvestointi vaihtoehtottain.....	43
Taulukko 6. Palvelutasot kaksikaistaisilla teillä HCM:n mukaan.....	65
Taulukko 7. Tienopeuden määrittäminen.....	71
Taulukko 8. Kestopäällysteen vertailukustannukset.....	75
Taulukko 9. Bitumiliuossorapäällysteen vertailukustannukset.....	75
Taulukko 10. Öljysorapäällysteen vertailukustannukset.....	76
Taulukko 11. Savisorakulutuserroksen vertailukustannukset	76
Taulukko 12. Päällystämiskustannusten riippuvuus sideaineen ja massan kuljetusetaisyksistä sekä tien poikileikkauksesta.....	84
Taulukko 13. Tie- ja vesirakennuspiirien ilmoittamia kustannustietoja parannuskohteista.....	84
Taulukko 14. Tien leventämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo.....	85
Taulukko 15. Mäkisyyden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo.....	85
Taulukko 16. Kaarteisuuden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo.....	86
Taulukko 17. Tiehankkeiden ja näiden vaihtoehtojen paremmuusjärjestys.....	93

Tie- ja vesirakennushallitukselle

Sora- ja öljysorateiden parantamistoimenpiteiden lisääntyminen on tehnyt tarpeelliseksi yhtenäisten ohjeiden laatimisen parantamistoimenpiteiden valitsemiseksi. Ohjeiden laadintaa varten perustettiin kaksi työryhmää, joiden tuli työssään kiinnittää erityistä huomiota taloudellisten laskelmien hyväksikäyttöön parantamistoimenpiteiden valinnassa.

Työryhmät, jotka myöhemmin yhdistettiin ovat saaneet työnsä päätökseen ja jättävät sitä koskevan raportin tie- ja vesirakennushallitukselle.

Helsingissä huhtikuun 5 päivänä 1971

Jussi Sauna-aho

Timo Heiskanen

Jorma Hintikka

Reijo Orama

Arvo Pehkonen

Lasse Weckström

Olli Uusitalo



## J O H D A N T O

Sora- ja öljysorapääällysteisten maanteiden pituus oli v.1968 lopussa 32500 km eli 83 % maantieverkon pituudesta. Liikennesuoritteesta tapahtui tällä tiestön osalla noin 40 %. Määrärahojen jatkuvasti vähentyessä on niiden käytön painopiste siirtynyt vilkkaammin liikennöidyn tiestön osalle. Tämä on aiheuttanut sen, että sora- ja öljysorateiden uudelleenrakentamisen sijasta on jouduttu entistä enemmän siirtymään nykyisten teiden parantamiseen.

Parantamistoimenpiteiden valintamenettelyn yhtenäistämiseksi ja mahdollisimman kannattavan toimenpiteen löytämiseksi on katsottu tarpeelliseksi laatia ohjeet. Ohjeiden laadintaa varten perustettiin kaksi työryhmää, joista ensimmäisen tuli selvittää öljysorateiden ja toisen saviorateiden parantamistoimenpiteiden valintaa. Työryhmien tuli kiinnittää erityistä huomiota kannattavuuslaskelmien hyväksikäyttöön. Työryhmien kokoonpanot olivat seuraavat:

1. Öljysorateiden parantamista tutkiva työryhmä: tstoins.  
Jussi Sauna-aho (pj), dipl.ins. Olavi Koskinen (siht.),  
tstoins. Timo Heiskanen, tstoins. Arvo Pehkonen, tstoins.  
Lasse Weckström ja tarkastaja Reijo Orama.
2. Saviorateiden parantamista tutkiva työryhmä: tstoins.  
Jorma Hintikka (pj.), dipl.ins. Olli Uusitalo (siht.),  
tstoins. Timo Heiskanen, tstoins. Arvo Pehkonen, tstoins.  
Lasse Weckström ja tarkastaja Reijo Orama.

Työnsäntuessa työryhmät yhdistettiin ja näin muodostetun työryhmän puheenjohtajana toimi tstoins. Jussi Sauna-aho sekä sihteerinä dipl.ins. Olavi Koskinen. Koskisen siirryttyä

muihin tehtäviin toimi sihteerinä dipl.ins. Olli Uusitalo. Työn loppuvaiheessa oli työryhmässä lisäksi mukana dipl. ins. Erkki Nevala Uudenmaan tie- ja vesirakennuspiiristä.

Työryhmä on pitänyt 85 kokousta sekä hankkinut lisätietoja piirikonttoreilta sekä tvh:n eri osastoilta ja toimistoilta. Erityisesti mainittakoon tstoins. M.Leskisen avustava työ kehitettäessä palvelutasokäsitteen hyväksikäyttöä teiden parantamistoimenpiteitä määritettäessä.



# I S O R A- J A Ö L J Y S O R A T E I D E N P A R A N T A- M I S T O I M E N P I T E I D E N V A L I N T A

## 1. NÄKÖKOHTIA SORA- JA ÖLJYSORATEIDEN PARANTAMISESTA

### 1.1 YLEISTÄ

Tien parantamiselle asetettavat tavoitteet määräytyvät liikenteelle asetettujen yleisten tavoitteiden sekä liikenteen ominaisuuksien perusteella.

Liikenteelle asetetut yleiset tavoitteet ovat nopeus, turvallisuus, mukavuus ja taloudellisuus.

Liikenteen ominaisuudet - liikenteen määrä, koostumus, rakenne ja matkapituus - vaikuttavat tielle asetettujen vaatimusten toteuttamistapaan:

Liikenteen määrä ja koostumus vaikuttavat lähinnä tien poikkileikkaukseen ja liittymiin, rakenne (kevyet ja raskaat ajoneuvot) tien kantavuuteen, sekä liikenteen määrä ja rakenne yhdessä tien päällysrakenteeseen.

Liikenteen matkapituus (paikallis/kaukoliikenne) vaikuttaa liikenteen nopeusvaatimukseen ja sitä kautta tien linjaukseen.

Tien parantamiselle asetettavien tavoitteiden tasoa määritettäessä on lisäksi aina otettava huomioon tien nykyinen taso sekä parantamisesta aiheutuvat kustannukset ja hyödyt.

### 1.2 TIEN PARANTAMISELLE ASETETTAVAT YLEISTAVOITTEET

#### Palvelutaso- ja nopeustavoite

Tien palvelutasotavoite ja tämän edellyttämä nopeusta-

voite kohoavat tien toiminnallisen luokan mukaisesti eli tien merkityksen kasvaessa tieverkossa. Valta- ja kantateille, jotka välittävät pitkämatkaista liikennettä, asetetaan korkeammat palvelutaso- sekä ohje- ja tienopeustavoitteet kuin lyhytmatkaista liikennettä välittäville teille.

#### Tasalaatuisuustavoite

Tien tulee olla tasalaatuinen. Tämä merkitsee sitä, että tien linjauksen, geometrian, liittymien, rakenteen ja kunnan tasossa ei tulisi olla äkillisiä muutoksia tietä edettäessä. Tien laatutason äkilliset muutokset heikentävät liikenneturvallisuutta, tekevät ajon epämiellyttäväksi ja rasittavaksi, ja eräissä tapauksissa estävät tien käytön ajoittain tai kokonaan tietyiltä ajoneuvotyypeiltä.

Tieosan tasalaatuisuustavoitetta asetettaessa on otettava huomioon koko tiejakson lähiajan laatutaso. Tien linjausta ja geometriaa koskevat tavoitteet asetetaan tien elementtien tyypillisten arvojen perusteella kuitenkin niin, että tavoitteet kohoavat tien merkityksen samoin kuin liikenteen määrän kasvaessa.

Tien tasalaatuisuus ja sen vaatimat parantamistoimenpiteet määritetään tien inventointitulosten ja liikenteellisen merkityksen perusteella.

#### Samantasoisuustavoite

Tien eri ominaisuuksien tulee olla samantasoisia, jotta tien hyväksikäyttö olisi mahdollisimman tehokasta, turvallista ja taloudellista.



Jos tien jokin ominaisuus on tasoltaan muita huomattavasti alhaisempi niin että tien tehokas käyttö estyy, on ko. ominaisuutta parannettava. Kuitenkin tien päällyste tulee tehdä korkealuokkaiseksi liikennemäärän siitä vaatiessa, vaikka tien muut ominaisuudet eivät olisi-kaan yhtä korkealuokkaisia. Täten pyritään helppohoitoi- seen, ajomukavuutta lisäävään ja taloudelliseen päällysteeseen. Jos tästä syystä on odotettavissa nopeuksien kasvua siinä määrin, että liikenneturvallisuus saattaa oleellisesti vähentyä, käytetään nopeussuositusta tai -rajoitusta.

## 2. TIEN PARANTAMISTOIMENPITEIDEN VALINTAMENETTELY

Tien parantamistoimenpiteiden valintamenettely jakaantuu seuraaviin pääkohtiin (kuva 1):

- lähtötiedot
- tavoitteet ja vaatimukset
- tien rakennetta ja geometriaa koskevat parantamisvaihtoehdot
- taloudellinen tarkastelu
- lopulliset parantamisvaihtoehdot
- yhdistelmävaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu
- parantamistoimenpiteiden valinta

Ensimmäisessä vaiheessa verrataan lähtötietoja, jotka koskevat nykyisen tien geometriaa ja rakennetta, tien palvelutaso- ja päällystetavoitteisiin sekä kantavuusvaatimuksiin. Tämän vertailun perusteella saadaan selville sekä tien rakenteen että geometrian riittävyys ja parantamistarve.

Tämän jälkeen määritetään inventointipiirroksessa esitettyjen tietojen perusteella tien rakennetta ja geometriaa koskevat alustavat parantamisvaihtoehdot. Alustavista parantamisvaihtoehdoista suoritetaan taloudellinen tarkastelu rakennetta ja geometriaa koskevien parantamisvaihtoehtojen osalta erikseen.

Edullisimmista parantamisvaihtoehdoista muodostetaan koko tien parantamista koskevat yhdistelmävaihtoehdot.

Yhdistelmävaihtoehdoista suoritetaan taloudellinen tarkastelu ja selvitetään niiden keskinäinen edullisuus.

Lopulliset parantamistoimenpiteet valitaan edellä saadun



edullisuusjärjestyksen perusteella ottaen huomioon rahoitusrajoitukset sekä sellaiset seikat, joita taloudellisuuslaskelmissa ei ole voitu ottaa huomioon.

## 2.1 LÄHTÖTIEDOT

### 2.11 Tien toiminnallinen luokka

Valta- ja kantateiltä, jotka välittävät pitkämatkaista liikennettä, edellytetään korkeammat palvelutaso- ja tienopeustavoitteet kuin lyhytmatkaista liikennettä välittäviltä teiltä.

Parantamisen tavoitetasoa määritettäessä selvitetään ensin tien tuleva toiminnallinen luokka eli merkitys tieverkossa seuraavan jaoittelun pohjalta:

- a) Päätiety: valtatiet, kantatiet, merkitykseltään edellisiin verrattavat muut maantiet.
- b) Muut maantiet ja ne paikallistiet, joiden KVL on yli 500 hay/vrk.

### 2.12 Liikennetiedot ja ennusteet

Liikenteestä selvitetään tarkastelujaksolta tieosittain seuraavat tiedot, jotka esitetään inventointipiirroksen yhteydessä.

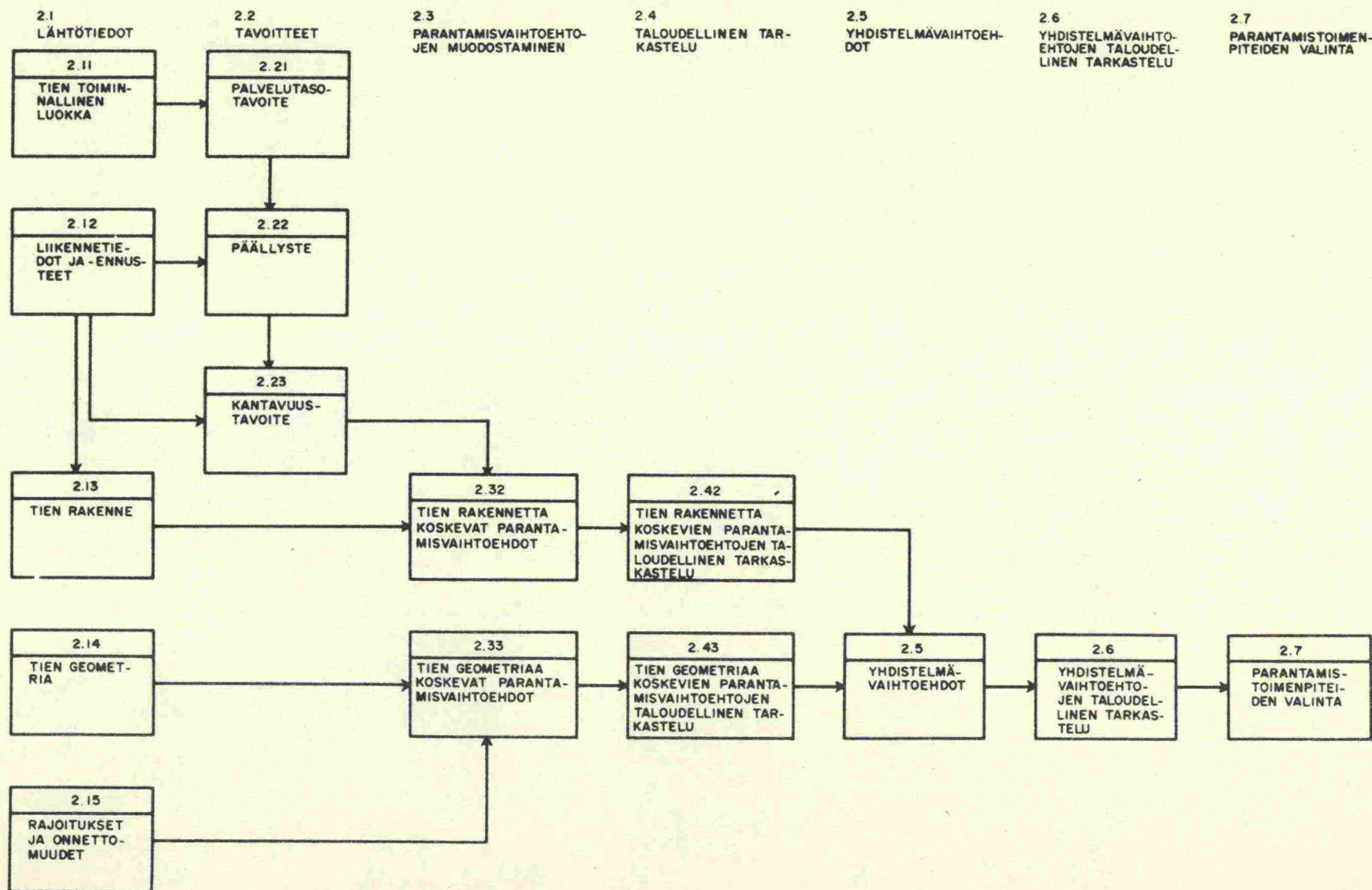
Keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL):

- hay/vrk
- ajon/vrk
- kevyet ajoneuvot/vrk
- raskaat ajoneuvot/vrk
- jalankulku ja pyöräliikenne

Kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne (KKVL):

- hay/vrk

KUVA 1. TIEN PARANTAMISTOIMENPITEIDEN VALINTA





Jos päällysrakenne mitoitetaan normien perusteella, laske-  
taan liikennemäärätietojen ja liikenne-ennusteen perusteel-  
la kuormituskertaluku voimassaolevien ohjeiden mukaisesti.

Päällysrakenne voidaan mitoittaa myös yksinkertaisemmalla  
tavalla parantamisajankohdan liikennemäärän perusteella  
(ks. kohta 2.23).

### 2.13 Tien rakenne

Tienrakenteesta selvitetään ja esitetään inventointipiir-  
roksessa:

- Päällystetyyppi, päällysteen kunto ja ikä. Päällysteen  
kunto arvostellaan asteikolla: hyvä, tyydyttävä, välttä-  
vä, heikko (liite 1).
- Tien kantavuus levykuormituskokeella tai Benkelman-pal-  
killa (liite 2).
- Routivuus (liite 2)
- Kuivatus (liite 3)
- Maaperää koskevat tiedot. Ne saadaan joko vanhoista tie-  
suunnitelmista tai silmämääräisen tarkastuksen avulla,  
esitetään inventointipiirroksen pituusleikkauksessa koh-  
dassa "Muuta tietoja".

### 2.14 Tien geometria

Tien geometrialla tarkoitetaan näissä ohjeissa tien lin-  
jausta, tasausta, poikkileikkausta sekä liittymiä.

Tien geometriasta selvitetään seuraavat tiedot, jotka  
esitetään inventointipiirroksessa:

1. Kartta 1:20.000. Kartta, joka kiinnitetään inventointi-  
piirrokseen, valmistetaan joko peruskartan kuultoko-  
piosta tai muulla sopivalla menetelmällä. Jos perus-

karttaa ei alueelta ole saatavana, on tieosasta laadittava yksinkertainen karttapiirros, josta ilmenevät tien linjaus ja liittymät sekä oleelliset tien suunnitteluun ja paikallistamiseen liittyvät maastonkohdat ja sillat.

2. Pituusleikkaus 1:20.000/1:1.000 saadaan vanhasta tie-suunnitelmasta, peruskartalta tai esim. barometrimittauksen avulla. Pituusleikkaukseen merkitään tien luokkaa vastaavan maksimikaltevuuden ylittävät arvot, maaperää koskevat tiedot sekä rummut ja sillat.
3. Ajoinajan ja pientareiden leveydet sekä arvioidut luiskakaltevuudet.

4. Näkemäolosuhteet:

- näkemäprosentti (kohtaamisnäkemä)
- näkemäprosentista riippuen esitetään seuraavat näkemäarvot:

alle 150 m	näkemät,	kun näkemäprosentti on	alle 40
" 300 m	"	"	40-60
" 460 m	"	"	yli 60

Näkemäolosuhteita määritettäessä voidaan käyttää hyväksi suoritettujen inventointimittausten tuloksia.

5. Kaarteisuustiedot:

- kaarteisuus (kaarteiden keskuskulmien summa jaettuna tiepituudella, grad/km). Ne kaarteet kaarresäteineen merkitään, joiden säde alittaa seuraavat kaarteisuudesta riippuvat arvot:

K = 0 - 50 grad/km	R = 400 m
50 - 100	300
100 - 150	250
150 - 200	200
yli 200	150



6. Ne tien osat merkitään, joilla pystypyöristyssäde alittaa VTO:n poikkeukselliset vähimmäisarvot. Nämä merkin-  
nät tehdään, mikäli pystypyöristyssäteiden ja ohjeno-  
peuden arvot ovat helposti saatavissa. Muussa tapauk-  
sessa tässä kohdassa vaadittavat tiedot selvitetään  
vasta suunnitelmaa laadittaessa.
7. Mäkisyys m/km. (Korkeudenvaihtelujen eli nousujen ja  
laskujen summa jaettuna tiepituudella).
8. Liittymätiheys (kpl/km), myös tonttiliittymät mukaan  
lukien (ei kuitenkaan viljelysliittymiä).

#### 2.15 Rajoitukset ja onnettomuudet

Rajoituksista ja onnettomuuksista selvitetään sekä esi-  
tetään inventointipiirroksessa seuraavat asiat:

1. Liikenteen tilarajoitukset
  - rummut: vapaa leveys
  - kaiteiden kohdat: vapaa leveys
  - sillat: vapaa leveys
  - alikulkusillat: vapaa leveys ja alikulkukorkeus
  - poikkeuksellisen kapeat tienkohdat: leveys
2. Nopeusrajoitukset: nopeusrajoitus (km/h) ja sijainti
3. Painorajoitukset:
  - kelirikkoa koskevat painorajoitukset kolmen viimei-  
sen vuoden ajalta
  - siltoja koskevat painorajoitukset
4. Onnettomuustiedot kolmelta viimeiseltä vuodelta
  - onnettomuustiheys (onn./km/v)
  - onnettomuusaste (onn./100 milj. majn.km)

## 2.2 TAVOITTEET JA VAATIMUKSET

Tien parantamiselle jäljempänä asetettavat tavoitteet ovat ohjeellisia, sen sijaan vaatimukset on täytettävä.

### 2.21 Palvelutaso- ja tienopeustavoitteet

Palvelutaso on käsite, joka kuvaa tiellä vallitsevia ajo-olosuhteita. Ajo-olosuhteet muodostuvat mm. nopeudesta, liikenteen häiriöistä, turvallisuudesta, ajomukavuudesta ja ajokustannuksista, joihin puolestaan vaikuttavat sekä tie että sitä käyttävä liikenne. Tiettyjen ajo-olosuhdetekijäin (lähinnä nopeuden ja käyttösuhteen) lukuarvojen avulla määritellään kuusi eri palvelutasoa, jotka merkitään kirjaimilla A-F, liite 4.

Tienopeus on tien eri osuuksien ohjenopeuksien painotettu keskiarvo. Sen määrittämiseen käytetään kunkin osuuden ohjenopeutta, joka määräytyy ko. osuuden suunnitteluelementtien perusteella, nopeudenmuutoksiin tarvittavaa matkaa sekä tienopeuden ylärajaa, liite 5.

Tien palvelutaso- ja tienopeustavoitteet määräytyvät tien toiminnallisen luokan perusteella seuraavasti:

Tien toiminnallinen luokka	Palvelutaso-tavoite x)	Tienopeus-tavoite x)	Mitoitustunti-liikenne (= 100. huipputunnin liikenne)
Valta- ja kantatiet sekä merkitykseltään niihin verrattavat maantiet	C maaseudulla	80 km/h	0.15 KVL
Muut maantiet sekä paikallistiet, joilla $KVL_{t_0}$ 500 hay	D kaupunkiseudulla D kaupunkiseudulla	65 km/h	0.125 KVL

x) Koska kokemusta palvelutasotavoitteen ja tienopeuden käytöstä ei vielä ole, käytetään toistaiseksi yllämainittuja tavoitearvoja, jotka myöhemmin tarkistetaan.



Parantamistoimenpiteet mitoitetaan siten, että tie täyttää palvelutasotavoitteen 10-20 vuotta toimenpiteistä riippuen. Jos liikennemäärä ei ole kovin suuri, ei palvelutasotavoitteen saavuttamisessa kapasiteetin suhteen ole vaikeuksia. Sen sijaan tulee tienopeuden vähimmäisarvo määrääväksi parantamistoimenpiteitä määritettäessä. Palvelutasoilla C ja D sallittavan liikennemäärän riippuvuus eri tekijöistä ilmenee kuvista 6.-9.

## 2.22 Päällyste

Päällysteen valinta suoritetaan eri päällystevaihtoehtojen taloudellisten vertailujen avulla. Kysymykseen tulevat vaihtoehdot ilmenevät kuvan 2. alaosasta. Kuvan 2. käyriä laadittaessa ei ole otettu huomioon routavauriokohtien korjauksesta aiheutuvia kustannuksia eikä kunnossapito- ja ajokustannussäästöjä. Nämä voivat vaikuttaa päällysteen lopulliseen valintaan ja tämän vuoksi ne otetaan huomioon lopullisessa vaihtoehtojen vertailussa kohdan 2.42 mukaisesti. Kuva 2. on laadittu koko maan keskimääräisillä lähtöarvoilla (liikennekoostumus, liikenteen kasvu, rakentamis- ja kunnossapitokustannukset ja päällysteen kestoikä), liitteessä 6 esitettyä laskentamenettelyä käyttäen.

Päällystettä valittaessa on otettava huomioon, että bitumiliuossora on öljysoraa herkempää vaurioitumaan tien kantavuuden ollessa huono. Lisäksi on vaurioituneen bitumiliuossoran kunnossapito hankalaa. Tämän vuoksi on bitumiliuossoran sijasta syytä käyttää öljysoraa ellei rakenteen riittävästä kantavuudesta voida olla varmoja, vaikka bitumiliuossora osoittautuisikin vertailulaskelmissa öljysoraa hieman edullisemmaksi.

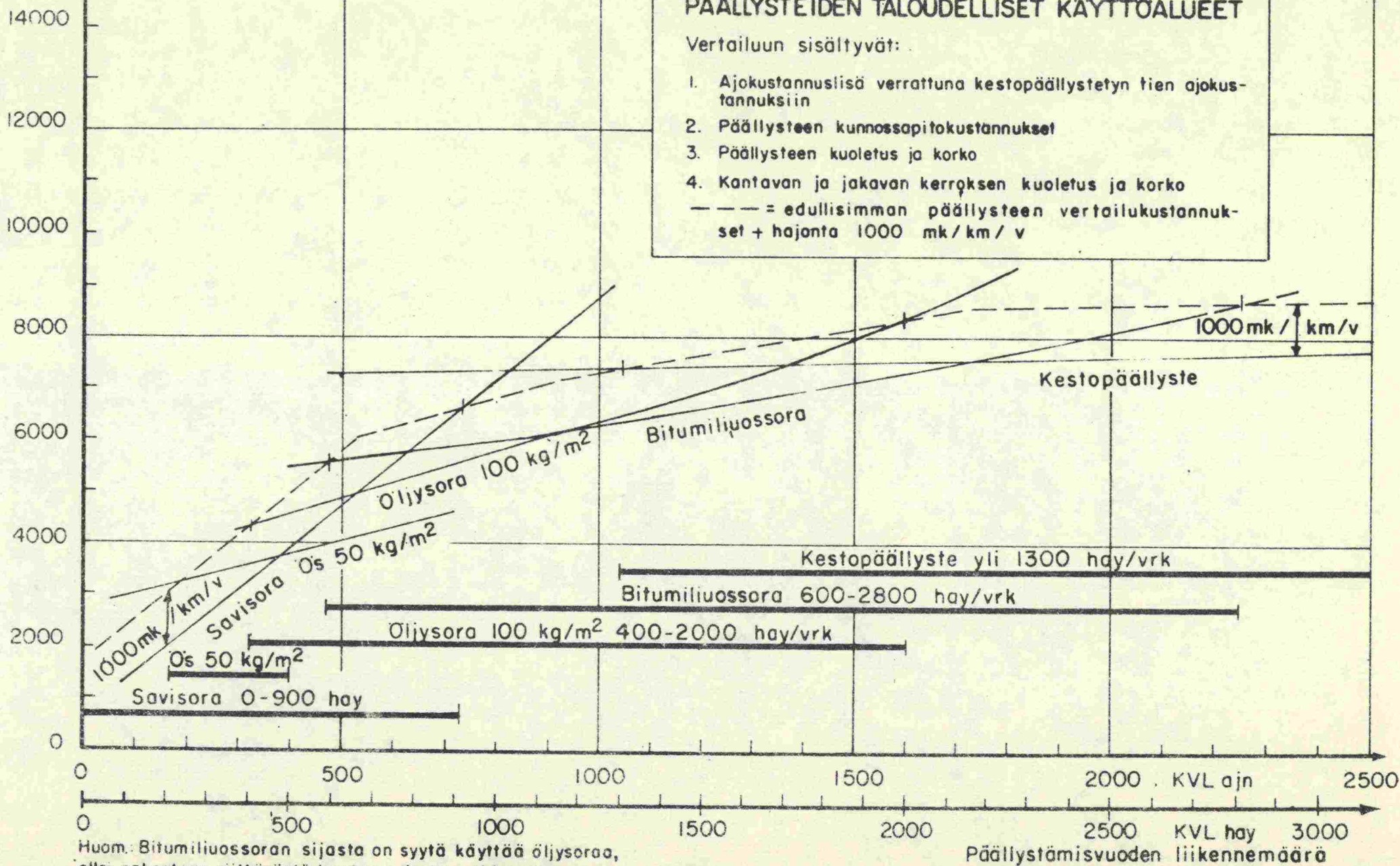
Vertailukustannukset mk/km/v

Kuva 2.

# PÄÄLLYSTEIDEN TALOUDELLISET KÄYTTÖALUEET

Vertailuun sisältyvät:

1. Ajokustannuslisä verrattuna kestopäällystetyn tien ajokustannuksiin
  2. Päällysteen kunnossapitokustannukset
  3. Päällysteen kuoletus ja korko
  4. Kantavan ja jakavan kerroksen kuoletus ja korko
- — — = edullisimman päällysteen vertailukustannukset + hajonta 1000 mk/km/v



Huom. Bitumiliuossoran sijasta on syytä käyttää öljysoraa, ellei rakenteen riittävästä kantavuudesta voida olla varmoja.



Eteläisimmissä tie- ja vesirakennuspiireissä saadut huonot kokemukset öljysorapäällysteen kestävydestä johtuvat lähinnä siitä, että öljysorapäällysteitä on rakennettu heikosti kantaville teille. Rakennetuilla, hyvin kantavilla teillä öljysorapäällyste kestää yleensä hyvin myös Etelä-Suomessa.

Ohutta öljysoraa ( $50 \text{ kg/m}^2$ ) voidaan käyttää ainakin kokeilu- luontoisesti vähäliikenteisillä teillä (KVL = 200-500 hay/vrk), jos  $100 \text{ kg/m}^2$  ei osoittaudu kannattavaksi tai jos savisoratien kunnossapito on materiaalin saannin tai pitkien kunnossapitoetäisyyksien takia vaikeata. Tieltä edellytetään tällöin varsin hyvää kantavuutta.

Valta- ja kantateillä sekä merkitykseltään niihin verrattavilla muilla maanteillä, jotka palvelevat ensisijaisesti pitkämatkaista liikennettä, pyritään päällysteen valinnalla pitkiin yhtenäisiin päällystejaksoihin. Siten vähäliikenteisellekin tieosalle voidaan rakentaa sen jatkeina olevien teiden mukaisesti korkealuokkainen päällyste, jotta saavutettaisiin yhtenäinen laatutaso.

Eri päällysteiden keskimääräiset rakentamiskustannukset on esitetty liitteessä 8 (kuva 17 ja taulukko 12).

## 2.23 Kantavuusvaatimus

### Tien kantavuus

Parannetun tien päältä vaadittava kevätkantavuus määräytyy kuormituskertaluvun perusteella, ks. kuva 3. Jos liikenteen ajoneuvokoostumus ja kasvukertoimet ovat suunnilleen koko maan keskiarvoja vastaavat, voidaan mitoitus suorittaa vain liikennemäärää käyttäen kuvan 3. mukaisesti.

Sitomattoman kantavan ja jakavan kerroksen päältä vaadittava kantavuus määrytyy seuraavasti:

Mitoitusjakson kuor- mituskertaluku	Kantavuusvaatimus $E_2$ kp/cm <sup>2</sup>	
	Kantava kerros	Jakava kerros
$k < 2,8 \times 10^5$	1500	1000
$k \geq 2,8 \times 10^5$	1750	1250

Päällysteen päältä vaadittavan kantavuuden ja sitomattoman kantavan kerroksen päältä vaadittavan kantavuuden erotus saavutetaan sidotuilla kerroksilla, joita voidaan rakentaa vaiheittain. Lisäkantavuuden saavuttamiseksi tarvittava kerrospaksuus saadaan kuvasta 4.

Mikäli vanhan tien päältä mitattu kantavuus yhdessä päällysteen uusimisesta tai parantamisesta aiheutuvan lisäkantavuuden kanssa ylittää parannetun tien päältä vaadittavaan kantavuuteen, ei tien kantavuutta tarvitse lisätä muilla toimenpiteillä.

#### Muut tien kunnolle asetettavat tavoitteet

Päällyste: Parannettavan tien päällyste valitaan liikenteen ja palvelutasotavoitteen perusteella, ks. kohta 2.22.

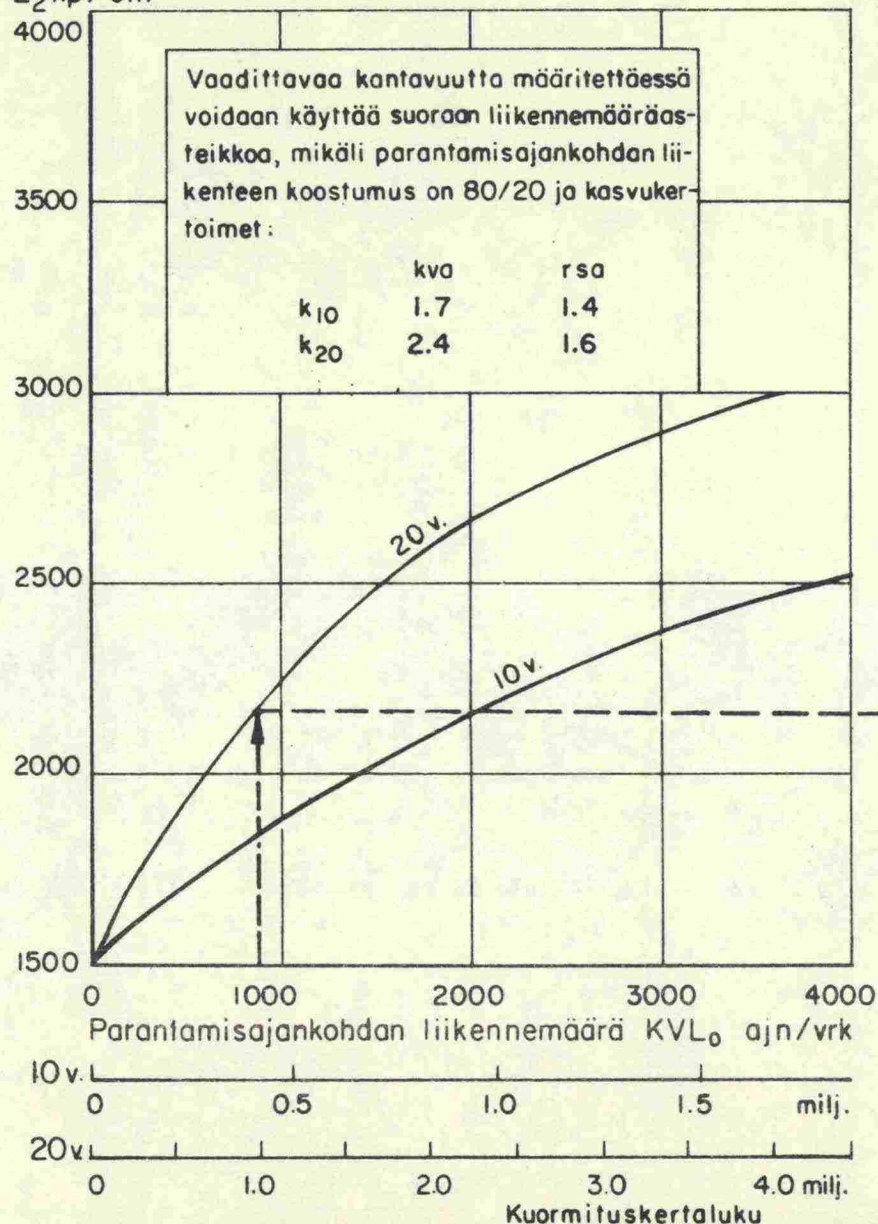
Päällysteen kunto: Mikäli päällysteen valinnassa päädytään nykyiseen päällystetyyppiin, tulee päällyste tien parantamisen yhteydessä uusida tai korjata.

Kuivatus: Tietä parannettaessa pyritään kuivatus tekemään aina luokkaan hyvä, ks. liite 3.

Routavauriot, haitalliset painumat ja painorajoitukset pyritään tietä parannettaessa poistamaan.

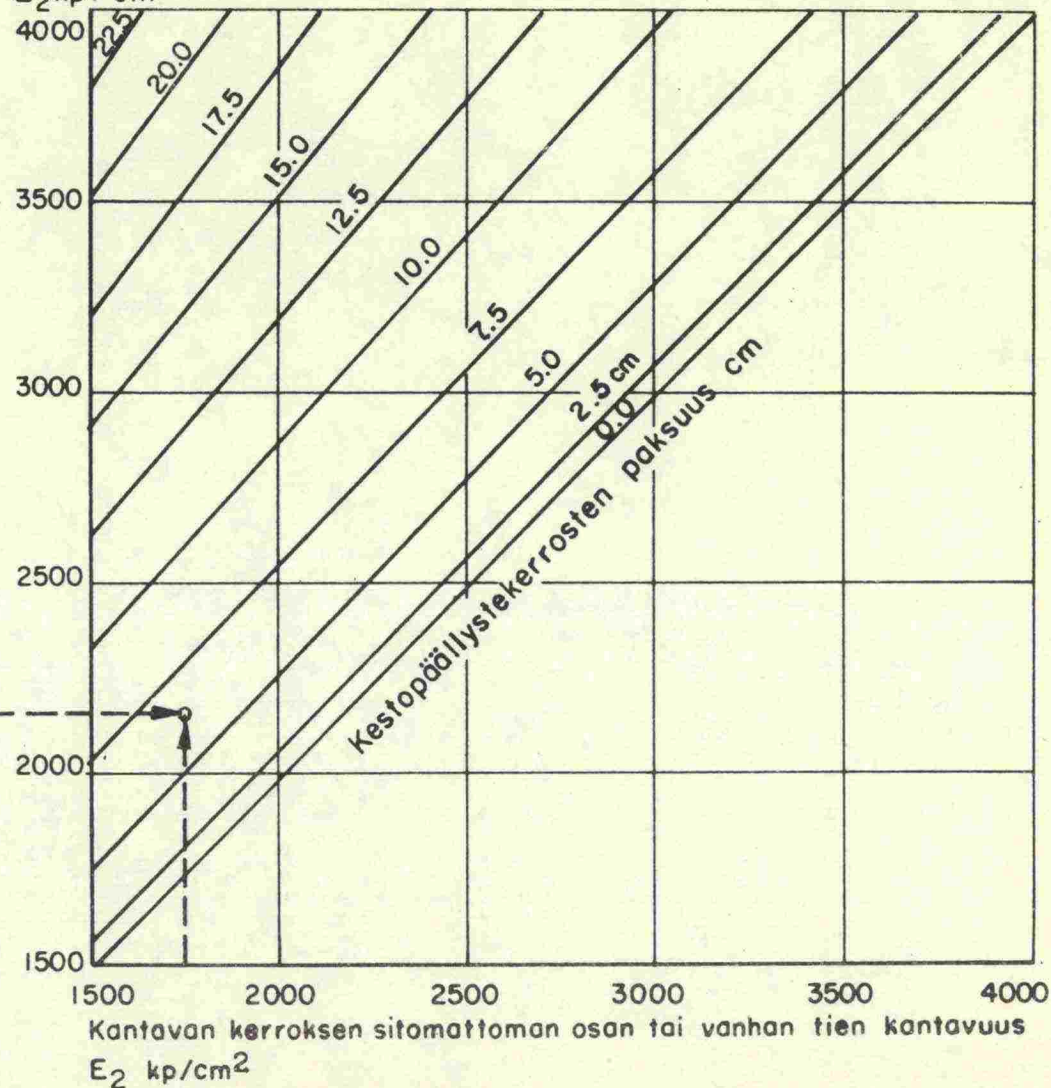


Parannetun tien päältä  
vaadittava kantavuus  
 $E_2 \text{ kp/cm}^2$



Kuva 3. Parannetun tien päältä vaadittavan kantavuuden riippuvuus liikennemäärästä tai kuormituskertaluvusta

Parannetun tien päältä  
vaadittava kantavuus  
 $E_2 \text{ kp/cm}^2$



Kuva 4. Kestopäällystekerrosten paksuuden määrittäminen

## 2.3 TIEN RAKENNETTA JA GEOMETRIA A KOSKEVIEN PARANTAMIS- VAIHTOEHTOJEN MUODOSTAMINEN

### 2.31 Yleistä

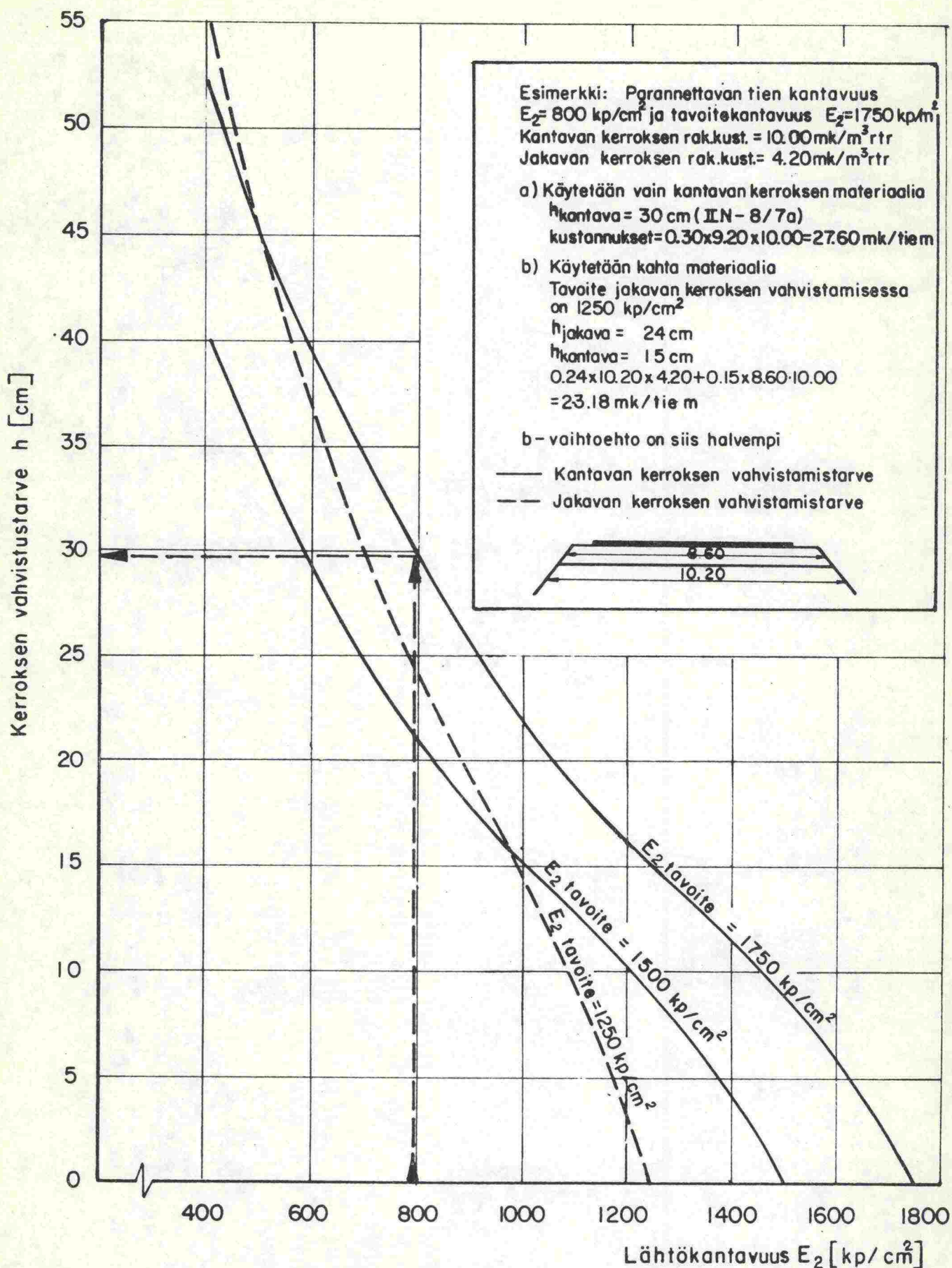
Tien parantamisvaihtoehdon valinta tapahtuu kolmessa vaiheessa siten, että

1. vaiheessa ratkaistaan, parannetaanko tie rakentamalla se kokonaan uudelleen vaiko parantamalla tien geometriaa tai rakennetta tai molempia yhdessä (taulukko 1). Parantamista koskeva ratkaisu suoritetaan selvittämällä nykyisen tien palvelutason, tienopeuden ja kantavuuden riittävyys ohjetilanteessa.
2. vaiheessa, mikäli ei päädytä uuden tien rakentamiseen selvitetään, mitä eri vaihtoehtoja käyttäen parannus palvelutasossa, tienopeudessa ja rakenteen kantavuudessa voidaan aikaansaada ja mitkä ratkaisut ovat edullisimpia. Selvitys perustuu inventointipiirroksen tietoihin. Selvityksessä tarkastellaan erikseen geometriaa ja rakennetta koskevia parantamisvaihtoehtoja sekä niiden taloudellisuutta (kohdat 2.42 ja 2.43).
3. vaiheessa selvitetään lopulliset parantamistoimenpiteet tien eri osille sekä selvitetään parantamisen edullisin toteuttamisajankohta ja -kustannukset vaihtoehdoittain (kohdat 2.5 ja 2.6).

### 2.32 Tien rakennetta koskevat parantamisvaihtoehdot

Tien kantavuuden lisäämistarve saadaan selville vertaamalla kantavuusmittausten tuloksia kantavuusvaatimuksiin. Vahvistustarpeen edellyttämät jakavan ja kantavan kerroksen paksuudet määräytyvät kuvan 5 perusteella.





Kuva 5. Jakavan ja kantavan kerroksen vahvistustarpeen riippuvuus lähtö- ja tavoitekantavuudesta sekä kerrosmateriaalista

Materiaalit:  $E_{\text{jakava}} = 2000 \text{ kp/cm}^2$   
 $E_{\text{kantava}} = 3500 \text{ kp/cm}^2$

### 2.33 Tien geometriaa koskevat parantamisvaihtoehdot

Tien geometrian parantamistarve määräytyy toisaalta palvelutaso- ja tienopeustavoitteiden ja toisaalta tien tasalaatuisuus- ja samantasoisuustavoitteiden perusteella. Tien palvelutason ja tienopeuteen vaikuttavat useat tekijät, esim. mäkiisyys, kaarteisuus, näkemäolosuhteet ja poikkileikkaus. Asetetut palvelutaso- ja tienopeustavoitteet voidaan saavuttaa useiden erityyppisten parantamisvaihtoehtojen avulla, jolloin tavoitepalvelutason antavien parantamisvaihtoehtojen kustannukset saattavat poiketa toisistaan huomattavasti. Tästä syystä määritetään useita alustavia geometriaa koskevia parantamisvaihtoehtoja tarkempaa käsittelyä varten.

#### Tien alustavien parantamisvaihtoehtojen määrittäminen

Tien parantaminen suoritetaan siten, että tien toiminnallisen luokan mukainen palvelutaso säilyy parantamistoimenpiteen vaikutusajan.

Parantamisvaihtoehtojen määrittämismenettely käy ilmi jäljempänä olevasta esimerkistä. Lähtötietoina ovat palvelutaso- ja tienopeustavoitteet, tien liikennemäärä tarkastelu- ja ohjeajankohtana, liikenteen perusteella määräytyvä päällystetyyppi sekä tien nykyinen poikkileikkaus, näkemäprosentti ja tienopeus.

1. Palvelutaso- ja tienopeustavoite määräytyy 2.21 kohdan mukaisesti.
2. Tarkastelu- ja ohjeajankohdan liikennemäärä  $KVL_{haj}$  määritetään kaavalla  $f \times KVL_{ajn}$ . Kerroin  $f$  määräytyy



nykyisen tien (tai parantamisvaihtoehtojen) mäkisyys-  
den perusteella seuraavasti:

mäkisyys m (m/km)	10	15	20	25
muuntokerroin f	1.05	1.10	1.15	1.20

Kerrointa f määritettäessä on oletettu liikenteen koostu-  
musta koskeviin tutkimuksiin perustuen, että raskaiden  
autojen osuus on 5 % kaikista ajoneuvoista mitoitusunti-  
na; joksi on otettu 100. huipputunti.

3. Näkemäprosentti saadaan inventointitiedoista.
4. Tienopeus määritetään liitteen 5 mukaisesti. Useilta  
tieosilta saadaan tienopeus valmiiksi laskettuna tei-  
den inventointimittaustuloksista.
5. Päällyste valitaan liikennemäärän mukaan, ks.kohta 2.22.
6. Parantamisvaihtoehdot valitaan seuraavasti käyttäen  
hyväksi palvelutaso-liikennemääräkäyrästä, kuvat  
6-9.
  1. Tarkistetaan, täyttääkö nykyinen tie palvelutaso-  
tavoitteen. Mikäli näin on, ei linjausta eikä poik-  
kileikkausta tarvitse muuttaa.
  2. Mikäli nykyinen tie ei täytä palvelutasotavoitetta  
etsitään nykyiselle ja sitä leveämmille poikkileik-  
kauksille sellaiset tienopeus- ja näkemäprosentti-  
arvot, että tavoite tulee täytetyksi.
7. Arvioidaan kohdasta 6 saatujen vaihtoehtojen kustannuk-  
set ja valitaan niistä muutamia tarkempaan tarkasteluun.

Esimerkki 1: Määriteltävä tien geometriaa koskevat  
parantamisvaihtoehdot siten, että palvelutasotavoite  
saavutetaan ohjeajankohtana (esimerkkitapauksessa 10  
vuoden kuluttua), kun nykyinen tie on ominaisuuksiltaan

seuraava:

Toiminnallinen luokka = valtatie; pituus = 10 km;  
poikkileikkaus = 8/7; nykyinen päällyste = Ös;  
näkemäprosentti = 10; tienopeus = 70 km/h; mäki-  
syys = 19 m/km;  $KVL_0 = 2200 \text{ ajn}$ ;  $KVL_{10} = 4400 \text{ ajn}$ .

Ratkaisu: Tien toiminnallisen luokan (valtatie) mukaisesti valitaan palvelutasotavoitteet C ja tienopeustavoitteeksi 80 km/h (ks. kohta 2.21).

Tarkastelu- ja ohjeajankohdan liikennemäärät ovat

$$KVL_{\text{hay}} = f \times KVL_{\text{ajn}} = 1.14 \times 2200 = 2500 \text{ hay ja}$$

$KVL_{\text{hay}} = 1.14 \times 4400 = 5000 \text{ hay}$ . Koska  $KVL_0 = 2200 \text{ ajn}$  (ja lisäksi liikenteen kasvukerroin  $k_{10} = 2,0$  eli suurempi kuin koko maan keskimääräinen arvo  $k_{10} = 1,7$ ) valitaan kestopäällyste ilman laskelmia, (kuva 2).

Vaihtoehto 0 (nykyinen tie): Kuvan 6 perusteella todetaan, että poikkileikkauksella 8/7, tienopeuden arvolla 70 km/h ja näkemäprosentin arvolla 10 on palvelutason C enimmäisliikennemäärä n. 1600 hay, mikä alittaa huomattavasti ohjeajankohdan liikennemäärän 5000 hay. Nykyisen tien tienopeus 70 km/h alittaa myös valtatien tienopeustavoitteen 80 km/h.

Vaihtoehto 1: Nykyistä poikkileikkausta (8/7) käyttäen valitaan kuvasta 6 ohjeajankohdan liikennemäärän 5000 hay tasolta ja tienopeuden normaalialueelta näkemäprosentiksi 35 ja tienopeudeksi 95 km/h, jolloin palvelutaso C saavutetaan.

Näkemäprosentin korottamisesta arvosta 10 arvoon 35 ja tienopeuden arvosta 70 km/h arvoon 95 km/h aiheutuvat kustannukset arvioidaan. Tällöin kustannukset voidaan ryhmitellä esim.: päällysteen parantaminen, rakenteen parantaminen, uuden tien rakentaminen (mikä aiheutuu



Taulukko 1. PARANTAMISTOIMENPITEIDEN ALUSTAVA MÄÄRITTÄMINEN NYKYISEN TIEN GEOMETRIAN JA RAKENTEEN PERUSTEILLA

GEOM. RAKENNE	HYVÄ Palvelutaso $\geq$ tavoite Tienopeus $\geq$ tavoite	TYYDYTTÄVÄ		VÄLTTÄVÄ	HEIKKO
		Palvelutaso $\geq$ tavoite Tienopeus $<$ tavoite	Palvelutaso $<$ tavoite Tienopeus $\geq$ tavoite	Palvelutaso $<$ tavoite Tienopeus $<$ tavoite	Palvelutaso $<$ tavoite Tienopeus $<$ tavoite
HYVÄ Kantavuus $\geq$ tavoite Routimaton	Ei parantamistoimenpiteitä	rp 0 % ur 30 - 10 % Tienopeutta nostetaan - parantamalla linjausta	rp 80 - 100 % ur 20 - 0 % Palvelutasa nostetaan - leventämällä tietä - parantamalla linjausta	rp 50 - 90 % ur 50 - 10 % Palvelutasa nostetaan - leventämällä tietä - parantamalla linjausta Tienopeutta nostetaan - parantamalla linjausta	rp 0 - 50 % ur 100 - 50 % Sekä poikkileikkausta että linjausta parannetaan tai tie rakennetaan kokonaan uudelleen. Viimemainitussa tapauksessa vanha tie voidaan jättää liikenteelle sellaisenaan tai pienin parannuksin
TYYDYTTÄVÄ Kantavuus $<$ tavoite Idevästi routiva	rp 100 % ur 0 % Rakennetta parannetaan - lisäämällä kantavuutta	rp 70 - 90 % ur 30 - 10 % Tienopeutta nostetaan - parantamalla linjausta Rakennetta parannetaan - lisäämällä kantavuutta	rp 80 - 100 % ur 20 - 0 % Kuten yllä, mutta lisäksi kantavuutta parannetaan	rp 50 - 90 % ur 50 - 10 % Kuten yllä, mutta lisäksi kantavuutta parannetaan	rp 0 - 50 % ur 100 - 50 % Kuten yllä, mutta lisäksi kantavuutta parannetaan
HEIKKO Kantavuus $<<$ tavoite Erittäin routiva	rp 0 - 100 % ur 100 - 0 % Tie voidaan parantaa entiselle paikalleen uusimalla rakennekerrokset tai rakentaa kokonaan uuteen paikkaan	rp 0 - 90 % ur 100 - 10 % Rakenne uusitaan ja linjausta parannetaan tai mahdollisesti rakennetaan uusi tie	rp 0 - 100 % ur 100 - 0 % Rakenne uusitaan ja palvelutasa parannetaan kuten yllä tai rakennetaan uusi tie	rp 0 % ur 100 % Tieyhteys rakennetaan kokonaan uudelleen	rp 0 % ur 100 % Tieyhteys rakennetaan kokonaan uudelleen

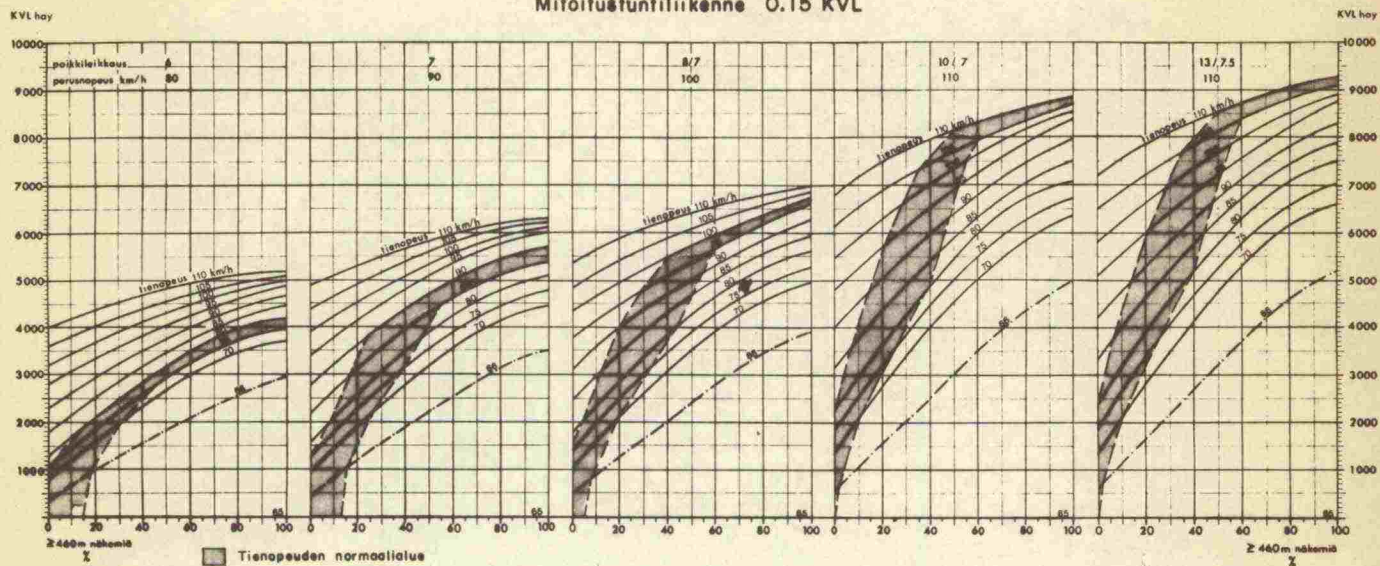
rp % = rakenteen parantamista % tien pituudesta  
ur % = uudelleen rakentamista % tien pituudesta



Palvelutasolla C sallittavan liikennemäärän riippuvuus eri tekijöistä.

Valta- ja kantatiet

Mitoitustuntiliikenne 0.15 KVL

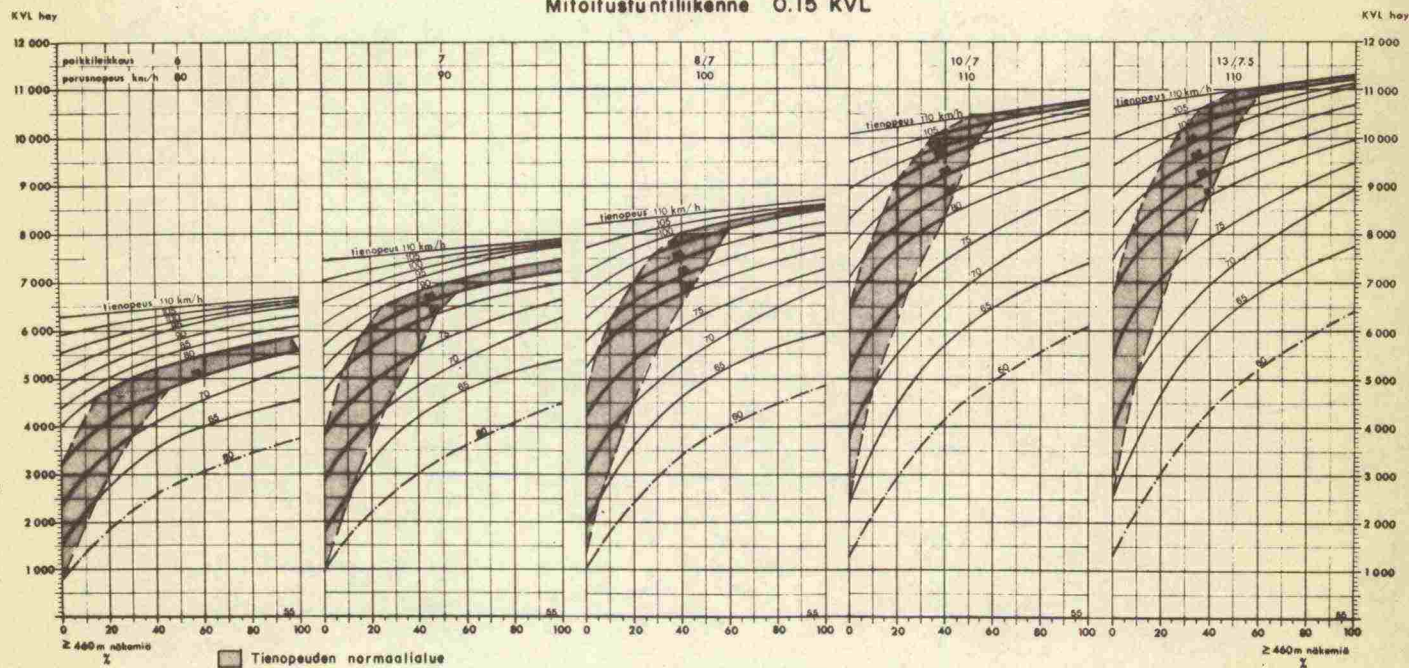


Kuva 6

Palvelutasolla D sallittavan liikennemäärän riippuvuus eri tekijöistä.

Valta- ja kantatiet

Mitoitustuntiliikenne 0.15 KVL



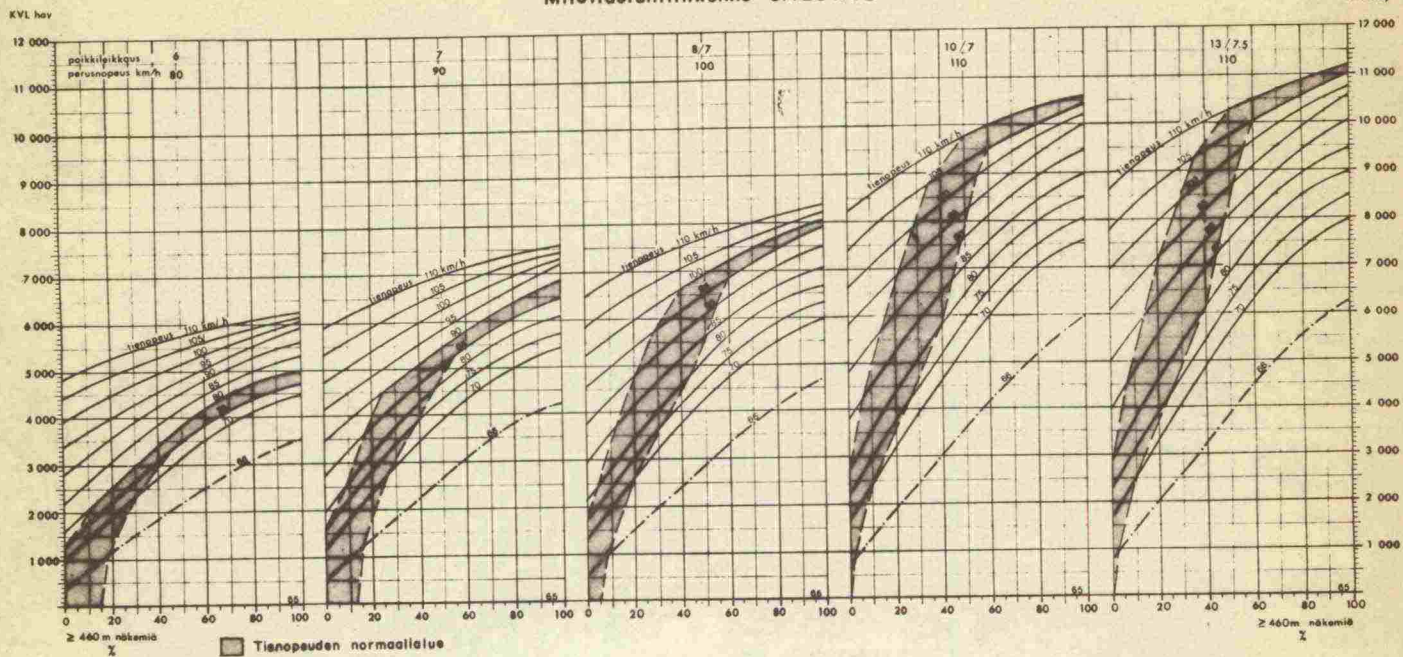
Kuva 7



Palvelutasolla C sallittavan liikennemäärän riippuvuus eri tekijöistä.

Maantiet

Mitoitustuntiliikenne 0.125 KVL

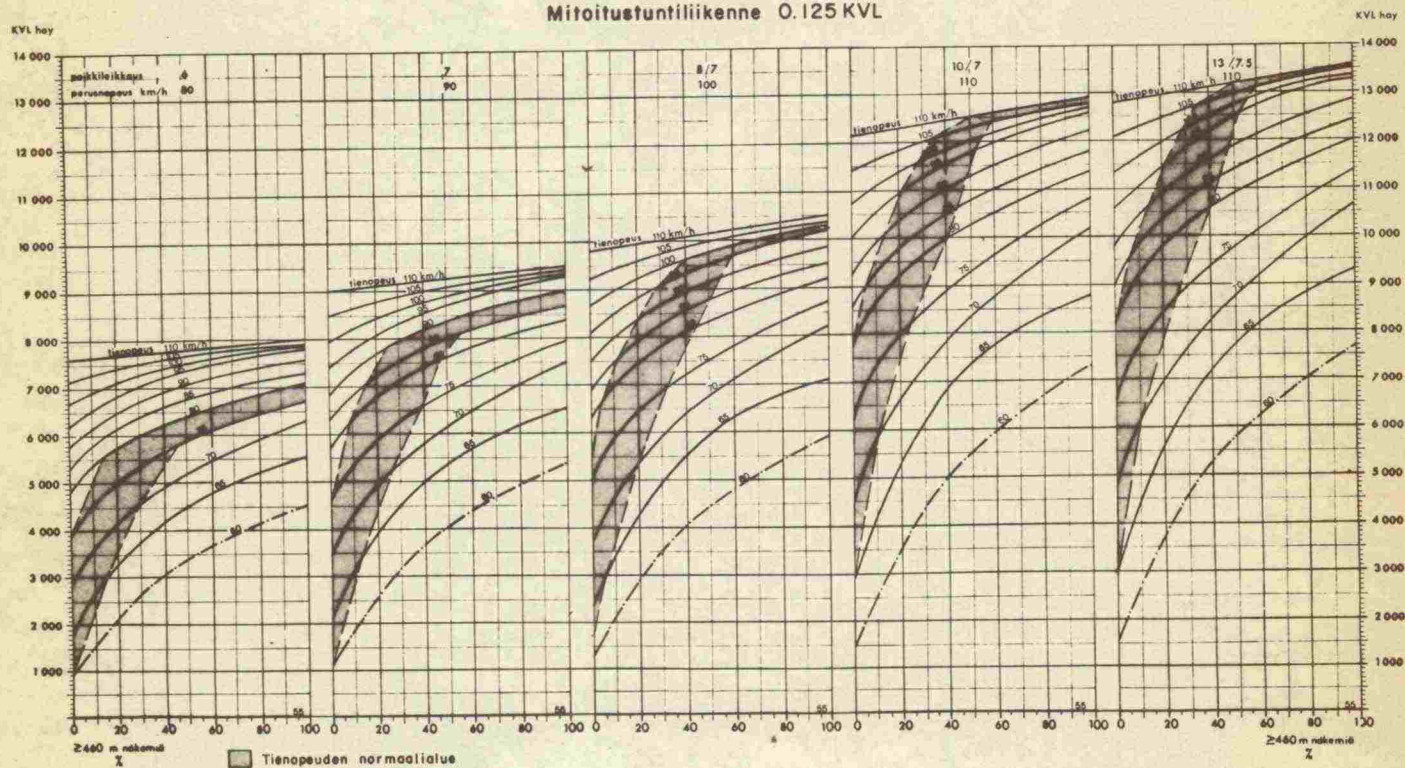


Kuva 8

Palvelutasolla D sallittavan liikennemäärän riippuvuus eri tekijöistä.

Maantiet

Mitoitustuntiliikenne 0.125 KVL



Kuva 9



Taulukko 2. Parantamisvaihtoehdot

Piiri: X KVL<sub>0</sub> 2500 hay  
Tie: Vt. X KVL<sub>10</sub> 5000 hay  
Tieosat: 001 Parantamisvuosi  
Väli: Nyk.päällyste Ös  
Pituus, km 10,0 Tarv.päällyste Kp  
Poikkileikkaus 8/7

Vaihtoehto	0	1	2	3	4	5
Pl/pääll.	8/7 Ös	8/7 kp	10/7 kp	13/7,5		
Näkemäprosentti	10	35	28	25		
Tienopeus	70	95	87	85		
KVL <sub>C</sub> hay	1600	5000	5000	5000		
KVL <sub>D</sub> hay						
<u>Parantamiskust.</u>						
<u>Pääll. par.</u>		10.0	10			
km						
.000 mk/km	-	50	60	80		
.000 mk		500	600	800		
<u>Rak. par.</u>						
km		7.0	8.0	8.5		
.000 mk/km		30	34	65		
.000 mk		210	272	552,5		
<u>Uud. rak.</u>						
km		3.0	2.0	1.5		
.000 mk/km		420	500	800		
.000 mk		1260	1000	1200		
Yht.						
km						
.000 mk		1970	1872	2552		
.000 mk/km		197,0	187,2	255,2		



oikaisuista). Taulukossa 2 on kustannukset arvioitu yht. 1,97 mmk:ksi.

Vaihtoehto 2: Valitaan poikkileikkaukseksi 10/7, näkemäprosentiksi 28 % ja tienopeudeksi 87 km/h. Parantamiskustannukset ovat tällöin 1,87 mmk.

Vaihtoehto 3: Valitaan poikkileikkaukseksi 13/7.5, näkemäprosentiksi 25 % ja tienopeudeksi 85 km/h. Parantamiskustannukset ovat tällöin 2,55 mmk.

Vaihtoehdot 2. ja 1. valitaan tarkempaan tarkasteluun, koska ne ovat teknilliseltä tasoltaan riittävät ja toteuttamiskustannuksiltaan halvimmat.

#### Paikalliset geometriaa koskevat parantamisvaihtoehdot

Paikalliset geometriaa koskevat parantamisvaihtoehdot määräytyvät tien tasalaatuisuus- ja samantasoisuustavoitteiden sekä tien nykytilan (inventointitulosten) perusteella. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota liikenneturvallisuutta vaarantavien kohtien parantamiseen.

#### Tien linjaus ja tasaus

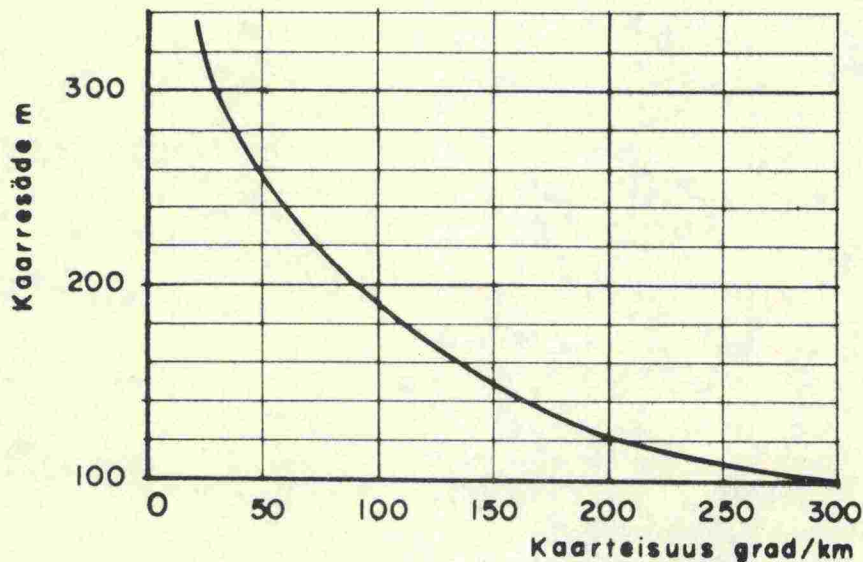
Kaikki tien poikkeuksellisen huonot elementit tulisi pyrkiä poistamaan.

Tällaisia ovat:

- jyrkät ja pienisäteiset vaakakaarteet
- pienisäteiset pystykaarteet
- jyrkät (pitkät) nousut
- näkemän yllättäen katkaisevat notkot, mäennypylät ja sivuesteet
- kapeikot, kuten rummut ja sillat.

Jyrkät ja pienisäteiset vaakakaarteet määräytyvät tieosan kaarteisuuden perusteella kuvan 10 mukaisesti.

Poikkeuksellisen pieniä tai jyrkkiä kaarteita poistettaessa voidaan kaarresäteiden arvoksi valita ko. tielle tyypillisiä arvoja.



Kuva 10. Tien poikkeuksellisen pienen kaarresäteen määrittäminen tien kaarteisuuden perusteella

Poikkeuksellisen pienisäteiset pystykaarteet, jotka katkaisemalla näkemän vähentävät liikenneturvallisuutta, tulisi pyrkiä poistamaan leikkaamalla tai pengertämällä. Liikenneturvallisuutta voidaan parantaa tällaisissa kohdissa myös leventämällä ajorataa.

Jyrkät pitkät nousut, jotka oleellisesti vaikeuttavat raskasta liikennettä talviaikaan, tulisi pyrkiä poistamaan kiertämällä mäki.

Näkemän yllättäen katkaisevat notkot, mäennypylät ja sivuesteet, jotka ovat liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisia ja liikennöitävyyden kannalta haitallisia, tulisi pyrkiä poistamaan. Erikoisesti on kiinnitettävä huomiota



nopeilla valta- ja kantateilla olevien notkojen poistamiseen.

## 2.4 TIEN RAKENNETTA JA GEOMETRIAA KOSKEVIEN PARANTAMISVAIHTOEHTOJEN TALOUDELLINEN TARKASTELU

### 2.41 Yleistä

Rakennetta ja geometriaa koskevien parantamisvaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu suoritetaan

1. kannattavuuden määrittämiseksi, kun toimenpide oletetaan toteutettavan tiettyinä ajankohtana
2. kannattavan toteuttamisajankohdan määrittämiseksi, mikäli hanke ei osoittaudu kannattavaksi kohdassa 1.

Kannattavuuden määrittäminen suoritetaan koko kohteesta (koko tien pituudelta) ja tarpeen vaatiessa paikallista tienkohtaa koskevasta toimenpiteestä (tien osan pituudelta).

Kannattavan toteuttamisajankohdan määrittämiseksi lasketaan kannattavuus kahtena ajankohtana (esim.  $t_0$  ja  $t_0 + 5$  v (10)), jolloin interpolointia tai ekstrapolointia käyttäen voidaan määrittää kannattava toteuttamisajankohta.

Investointilaskentamenetelmänä suositellaan käytettäväksi sisäisen koron menetelmän ohella myös pääoma- eli nykyarvomenetelmää.

Sisäisen koron menetelmässä lasketaan kuinka suuren koron eli tuoton ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt laskenta-ajanjaksoilla tuottavat suoritettulle investoinnille (ks. Ohjeet tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi, lyh. OTS).

Pääoma- eli nykyarvomenetelmässä lasketaan ajo- ja kunnossapitokustannussäästöjen diskontattu arvo laskentajakson alussa käyttäen korkona 7,5 %.

Koko laskenta-ajanjaksolta diskonttatut arvot lasketaan yhteen ja näin saadusta summasta vähennetään investointikustannus jolloin tuloksena on investoinnin pääomaeli nykyarvo.

Diskonttaustekijän suuruus 7,5 % korolla riippuu diskonttausajan pituudesta seuraavasti:

Diskonttausaika (v).	0	5	10	15	20
Diskonttaustekijä	1,00	0,70	0,49	0,34	0,24

Diskonttaustekijän arvot on taulukoitu OTS:ssa.

Investointi on kannattava:

kun sisäinen korko r 7,5 % = laskentakorko

tai pääoma- eli nykyarvo 0 mk.

Laskenta- eli investointiajanjaksona voidaan käyttää paitsi 20 vuotta myös 10 vuotta. Jälkimmäistä laskenta-ajanjaksoa käytetään parantamistoimenpiteen ollessa vähäinen (tehostettu kunnossapito) tai kun tien tuleva liikenteellinen merkitys saattaa muuttua. Investoinnin mahdollinen jäännösarvo otetaan huomioon kannattavuutta määritettäessä siten, että jäännösarvon nykyarvo vähennetään parantamisinvestoinnista. Tämä koskee erityisesti jälkimmäistä laskenta-ajanjaksona. Jäännösarvon nykyarvo lasketaan kaavalla:  
Jäännösarvon

$$\text{nykyarvo} = \left( 1 - \frac{\text{laskenta-ajanjakso}}{\text{investoinnin vaikutusaika}} \right) \times \text{diskonttaustekijä}$$

Ajo- ja kunnossapitokustannussäästöjen määrittäminen suoritetaan jäljempänä esitettyjen ohjeiden mukaisesti.

#### 2.42 Tien rakennetta koskevien parantamisvaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu

Rakennetta koskevien parantamisvaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu suoritetaan OTS:n mukaisesti ottaen huomioon seuraavat lisänäkökohdat.



1. Nollavaihtoehtoon tienpitotoimenpiteeksi otetaan rakenteellisesti nykyinen tie, jonka geometrian oletetaan olevan hyvä, mutta tien pituuden nykyinen. Tienpitotoimenpiteeksi oletetaan varsinainen kunnossapito tai investointikustannuksiltaan halvin toimenpide, jonka avulla tie pidetään liikennettä tyydyttävässä kunnossa.
2. Parantamisvaihtoehtoon investointikustannuksiin otetaan vain ne kustannukset, jotka rakenteen parantaminen aiheuttaa. Vastaavasti juokseviin kustannussäästöihin otetaan vain ne säästöt, jotka rakenteen parantaminen aiheuttaa.

#### Ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt

Routivuuden poistamisesta ja päällysteen korjaamisesta tai parantamisesta aiheutuvat kunnossapitokustannus- ja ajokustannussäästöt voidaan määrittää likimääräisesti taulukon 3. perusteella tai laskea ne kussakin tapauksessa erikseen käyttäen hyväksi liitteessä 7 esitettyjä laskentaperusteita. Taulukon 3 käytöstä on huomattava, että lähtöarvoina käytetyt liikennemäärän ja ajokustannusten kasvu yhdessä melko tarkkaan kumoavat diskonttauksen vaikutuksen. Täten eri vuosien nykyhetkeen laskentakorolla diskonttatut ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt ovat suurin piirtein yhtä suuret. Siten saadaan ajo- ja kunnossapitokustannussäästöjen nykyarvo esim. 6. seuraavan vuoden ajalta kertomalla taulukosta saatu luku 6:lla (jos  $KVL_0 = 1000$  hay/vrk). Taulukon arvot on laskettu parantamisajankohdan liikennemäärälle 1000 hay/vrk. Tämän vuoksi on tulos vielä kerrottava luvulla  $KVL_0/1000$ .

Koska päällysteen alapuolella olevien kerrosten kesto-aika on pitempi kuin itse päällysteen, on niillä käyttöarvoa

TAULUKKO 3.

YHDEN VUODEN AJALTA KERTYVIEN AJOKUSTANNUS- JA KUNNOSSAPITO-  
KUSTANNUSSÄÄSTÖJEN NYKYARVO (MK/KM), KUN  $KVL_{1970} = 1000$  hay/vrk

Lähtökohta \ Tavoite	Routima- ton savi- sora	Routima- ton öljy- sora	Bitumi- liuossora	Kestopääl- lyste
Erittäin routi- va soratie	4000	8300	8800	9100
Lievästi routi- va soratie	3200	7500	8000	8300
Routimaton sora- tie	-	6700	7200	7500
Erittäin routi- va Ös-tie	-	5900	6400	6700
Lievästi routi- va Ös-tie	-	4000	4500	4800
Routimaton Ös- tie	-	-	3100	3400 mk/km

Selitys: Parannettava tieosa on ajokustannuksia laskettaessa oletettu heikkokuntoiseksi routivuutensa tai kovan liikenteen vuoksi. Parannetun tieosan ajokustannukset on laskettu olettaen tie hyväkuntoiseksi. Jos parannettavan tieosan kunto on heikon sijasta välttävä, kerrotaan taulukosta saatava luku kertoimella 0,7.

Käyttöesimerkki:

Routimaton savisoratie kestopäällystetään,  $KVL_0 = 1700$  hay/vrk. Kestopäällystämisestä aiheutuvat säästöt ajokustannuksissa ja kunnossapitokustannuksissa: esim. 6. seuraavan vuoden ajalta nykyhetkeen diskontattuna  $= S = 6 \cdot \frac{1700}{1000} \cdot 7500 \frac{mk}{km} = 76.500$  mk/km



vielä päällysteen tultua loppuun kulutetuksi. Tämä otetaan huomioon kannattavuuslaskelmissa seuraavasti:

Lasketaan kunnossapito- ja ajokustannussäästöjen nykyarvo uuden päällysteen arvioidulta kestoajalta. Tästä summasta vähennetään arvioidut päällystämiskustannukset. Näin saatu erotus on se osuus vahvistamisinvestoinnista, joka kuoletetaan päällysteen kestoaikana. Suurimman vahvistamisinvestoinnin määrittämiseksi on erotus kerrottava vielä kertoimella  $z$ , joka määräytyy päällysteen kestoiän ja rakennekerrosten kuoletusajan perusteella, taulukko 4. Saatu tulos osoittaa, kuinka paljon enintään kannattaa sijoittaa vahvistamistoimenpiteisiin päällystämiskustannusten lisäksi, jotta hanke vielä olisi kannattava.

Taulukko 4. Kertoimen  $z$  määrittäminen, laskentakorko 7,5 %.

Päällysteen alapuolella olevien kerrosten kuoletusaika	Päällysteen kestoikä (v.)						
	3	4	5	6	7	8	9
20 v.	3,17	2,50	2,09	1,83	1,64	1,50	1,40
10 v.	2,21	1,76	1,50	1,32	1,20	1,11	1,05

Päällystämis- ja vahvistamistoimenpiteiden kustannukset

lasketaan suoritemäärien ja yksikkökustannusten avulla. Tällöin voidaan käyttää apuna liitteen 8. kuvia ja taulukoita.

### Parantamisvaihtoehtojen vertailu

Routavaurioiden poistamista ja kantavuuden parantamista koskevien vaihtoehtojen taloudellinen vertailu voidaan suorittaa nykyarvomenetelmää käyttäen:

1. Investoinnin nykyarvo = päällysteen kestoajalta koituvien ajo- ja kunnossapitokustannussäästöjen nykyarvo miinus päällysteen kestoaikana kuoletettava investointiosuus.

Kaavan muodossa investoinnin nykyarvo on:

$$N = (S_{AK} + S_{KpK}) - (K_p + K_v/z)$$

jossa

$N$  = investoinnin nykyarvo

$S_{AK}$  = parantamisesta päällysteen kestoajalta aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo

$S_{KpK}$  = parantamisesta päällysteen kestoajalta aiheutuvien kunnossapitokustannussäästöjen nykyarvo

$K_p$  = päällysteen rakentamiskustannukset

$K_v$  = vahvistamiskustannukset (routavaurioiden poistamisesta ja kantavuuden parantamisesta)

$1/z$  = tekijä, joka osoittaa kuinka suuri osuus vahvistamiskustannuksista kuoletetaan päällysteen kestoaikana

2. Se vaihtoehto on kannattavin, jonka nykyarvo  $N$  on suurin ja se voidaan valita toteutettavaksi mikäli rahoitusrajoituksia ei ole esteenä.
3. Mikäli on tarjolla useita kannattavia vaihtoehtoja ( $N \geq 0$ ) ja samalla vallitsee rahoitusrajoituksia (käytännössä aina) on valintamenettely seuraava:
  - a. Määritetään tarjolla olevien vaihtoehtojen nykyarvot  $N$ .
  - b. Määritetään kullekin vaihtoehdolle investoinnin netto-  
tehokkuutta osoittava suhdeluku  $k$



$$k = \frac{N}{K_p + K_v}$$

jossa  $N$ ,  $K_p$  ja  $K_v$  ovat samat kuin edellä kohdassa 1.

Päällysteiden kestoajkojen arviointi voidaan suorittaa esimerkiksi liitteen 6 kuvan 15 mukaisesti.

Esimerkki: Määritä lievästi routivalle öljysoratielle edullisin rakenteen parantamisvaihtoehto, kun  $KVL_0 = 900$  hay/vrk ja liikenteen kasvu vastaa maan keskimääräistä kasvua.

Edullisin parantamisvaihtoehto määritetään kahdessa vaiheessa:

I vaihe: Valitaan parantamisvaihtoehdot ja määritetään suurin kannattava vahvistamisinvestointi vaihtoehtoitain so. päällystetyypeittäin. Vaihtoehtoissa käytettävät päällystetyypit valitaan kohdan 2.2 mukaisesti.

Parantamisvaihtoehdot:

Vaihtoehto 1. Tie tehdään routimattomaksi öljysoratieksi

Vaihtoehto 2. Tie tehdään routimattomaksi bitumiliuossoratieksi

Vaihtoehto 3. Tie tehdään routimattomaksi kestopäällystetieksi.

Määritetään suurin kannattava vahvistamisinvestointi päällystetyypeittäin, ks. taulukko 5.

II vaihe: Ottaen huomioon ko. vahvistamisinvestoinnit määritetään vahvistamiskustannukset yhdelle tai useammalle parantamisvaihtoehdolle, parantamisvaihtoehtojen kannattavuudet ja keskinäinen edullisuus.

Tarkastelemalla suurimpia kannattavia vahvistamisinvestointeja 17.600 mk/km, 8.900 mk/km ja 3.840 mk/km todetaan,

Taulukko 5. Suurin kannattava vahvistamisinvestointi  
vaihtoehtoittain

<p><u>Vaihtoehto 1.</u></p> <p>Uuden öljysorapäällysteen arvioitu kestoikä Ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt =  <math>6 \cdot \frac{900}{1000} \cdot 4000 \text{ mk/km/v.}</math>  Päällystämiskustannukset</p>	<p>6 v.</p> <p>21.600 mk/km 12.000 "</p>
<p>Erotus Suurin kannattava vahvistamisinvestointi = z · erotus = 1,83 · 9600 mk/km</p>	<p>9.600 mk/km <u>17.600</u> "</p>
<p><u>Vaihtoehto 2.</u></p> <p>Uuden bitumiliuossorapäällysteen arvioitu kestoikä Ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt =  <math>5 \cdot \frac{900}{1000} \cdot 4500 \text{ mk/km/v.}</math>  Päällystämiskustannukset</p>	<p>5 v.</p> <p>20.500 mk/km 16.000 "</p>
<p>Erotus Suurin kannattava vahvistamisinvestointi = z · erotus = 2,09 · 4250 mk/km</p>	<p>4.250 mk/km <u>8.900</u> "</p>
<p><u>Vaihtoehto 3.</u></p> <p>Uuden kestopäällysteen arvioitu kestoikä Ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt =  <math>8 \cdot \frac{900}{1000} \cdot 4800 \text{ mk/km/v.}</math>  Päällystämiskustannukset</p>	<p>8 v.</p> <p>34.560 mk/km 32.000 "</p>
<p>Erotus Suurin kannattava vahvistamisinvestointi = z · erotus = 1,50 · 2560 mk/km</p>	<p>2.560 mk/km <u>3.840</u> "</p>

että vain vaihtoehto 1. so. tien tekeminen routimattomaksi  
öljysoratieksi on tarkoituksenmukaista.

Lievästi routivan öljysoratien vahvistamiskustannukset ovat  
15.000 mk/km.



Parantamisvaihtoehdon 1. kannattavuus:

$$\begin{aligned} N &= (S_{AK} + S_{KpK}) - (K_p + K_v/z) \\ &= 21600 - (12000 + 15000/1,83) = 21600 - 20200 \\ N &= 1400 \text{ mk/km} \end{aligned}$$

Vaihtoehto 1. on ainoa kannattava parantamisvaihtoehto ja siten siis edullisin, joten se valitaan toteutettavaksi.

#### 2.43 Geometriaa koskevien parantamisvaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu

Geometriaa koskevien parantamisvaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu suoritetaan OTS:n mukaisesti ottaen huomioon seuraavat lisänäkökohdat:

1. Nolla-vaihtoehdoksi otetaan nykyinen tie, jonka rakenteen oletetaan olevan hyvä ja päällysteen vaadittavan päällysteen mukainen.
2. Parantamisvaihtoehdon investointikustannuksiin otetaan mukaan vain ne kustannukset, jotka geometrian parantaminen aiheuttaa. Vastaavasti juokseviin kustannussäästöihin otetaan vain ne säästöt, jotka geometrian parantaminen aiheuttaa.

Esimerkki: Nykyisen tien rakenne on riittävä, vain päällyste tulisi parantaa, mutta tien geometria on niin heikko, ettei tienopeus- tai palvelutasotavoite tule täytetyksi. Tällöin tien geometrian parantamisen kannattavuutta määritettäessä otetaan: 1) investointikustannukseksi tien parantamiskustannukset vähennettynä päällysteen parantamiskustannuksilla ja 2) juokseviksi kustannussästöiksi tien lyhentymisen, mäkisyyden ja kaarteisuuden pienentymisen, tien leventämisen sekä näkemäolosuhteiden ja liittymien parantamisen aiheuttamat ajo- ja kunnossapitokustannussäästöt.

### Ajokustannussäästöt

1. Tien leventämisen sekä tien mäkisyyden ja kaarteisuuden pienentämisen aiheuttamia ajokustannussäästöjä määrittäessä voidaan käyttää
  1. OTS:n ajokustannustaulukkoja tai
  2. likimääräismenetelmiä, liite 9.
2. Liikenneturvallisuutta edistävien parantamistoimenpiteiden aiheuttamia onnettomuuskustannussäästöjä voidaan tarkastella myös OTS:sta poiketen erikseen seuraavasti:
  1. Määritetään onnettomuusaste O-vaihtoehtoa varten kolmen viimeisen vuoden onnettomuustilastojen perusteella sekä parantamisvaihtoehtoa varten tätä vastaavan olemassa olevan tien onnettomuustilastojen perusteella.
  2. Arvioidaan onnettomuusasteiden kehitys sekä O-vaihtoehtoa että parantamisvaihtoehtoa varten koko investointiajanjaksolle.
  3. Lasketaan onnettomuusasteiden erot ja tämän jälkeen onnettomuuskustannussäästöt käyttäen OTS:n onnettomuuskustannusarvoja.
  4. Näin lasketut onnettomuuskustannussäästöt lisätään OTS:n mukaisiin ajokustannussäästöihin, joista samalla vähennetään niihin jo sisältyvät onnettomuuskustannussäästöt.
3. Näkemäolosuhteiden ja liittymien parantamisesta aiheutuvien ajokustannussäästöjen määrittämisestä annetaan ohjeet myöhemmin.

Kunnossapitokustannussäästöt syntyvät geometrian parantamisen yhteydessä lähinnä tien lyhentymisestä. Muiden tekijöiden kuten tien leventämisen aiheuttamat muutokset kun-



nossapitokustannuksissa otetaan mahdollisuuksien mukaan myös laskelmissa huomioon.

#### Parantamiskustannukset

Tien leventämisestä ja mäkisyyden ja kaarteisuuden pienentämisestä aiheutuvat rakentamiskustannukset on pyrittävä arvioimaan kukin erikseen.

#### Kannattavuuden määrittäminen

Kannattavuus tulisi määrittää erikseen kullekin geometrian parantamistoimenpiteelle. Tällä vältetään se, että jokin kannattamaton toimenpide toteutetaan hyvin kannattavan kustannuksella. Erillistoimenpiteistä voidaan yhdistelmällä laatia tien koko geometriaa koskevat parantamism vaihtoehdot ja määrittää niiden kannattavuus.

### 2.5 YHDISTELMÄVAIHTOEHTOJEN MUODOSTAMINEN

Koko tien lopulliset geometriaa ja rakennetta samanaikaisesti koskevat parantamism vaihtoehdot muodostetaan yhdistämällä kohdassa 2.4 tarkasteltuja erillisvaihtoehtoja.

Yhdistäminen suoritetaan seuraavia periaatteita käyttäen:

1. Valitaan yhdistelmään sellaisia yhteensopivia rakennetta ja/ tai geometriaa koskevia toimenpiteitä, jotka osoittautuvat välittömästi kannattaviksi kohtien 2.42 ja 2.43 perusteella.
2. Valitaan yhdistelmään sellaisia yhteensopivia rakennetta ja/ tai geometriaa koskevia parantamistoimenpiteitä, joista osa olisi välittömästi toteutettuina ja osa vasta lähivuosina toteutettuina kannattavia. Lähivuosina kannattaviksi tulevia hankkeita voidaan ottaa mukaan, koska tien "jatkuva" parantaminen ei ole

tarkoituksenmukaista.

## 2.6. YHDISTELMÄVAIHTOEHTOJEN TALOUDELLINEN TARKASTELU

Koko tietä koskevien lopullisten yhdistelmävaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu suoritetaan kunkin vaihtoehdon osalta:

1. kannattavuuden määrittämiseksi, kun vaihtoehto toteutetaan tietyssä ajankohtana.
2. kannattavan toteuttamisajankohdan määrittämiseksi, mikäli vaihtoehto ei osoittaudu kannattavaksi edellä kohdassa 1.

### Parantamisvaihtoehtojen kannattavuuden määrittäminen

suoritetaan OTS:n mukaisesti ottaen huomioon seuraavat lisänsäkökohdat:

1. Nollavaihtoehdoksi otetaan nykyinen tie, jonka tienpitotoimenpiteenä on varsinainen kunnossapito tai toteuttamiskustannuksiltaan halvin parantamistoimenpide, jonka avulla tie pidetään liikennettä tyydyttävässä kunnossa.
2. Routavaurioiden poistamisesta sekä päällysteen korjaamisesta ja parantamisesta aiheutuvat kunnossapito- ja ajokustannussäästöt määritetään liitteen 7 perusteella.
3. Investoinnille lasketaan sekä sisäinen korko, että pääoma- eli nykyarvo.

## 2.7 PARANTAMISTOIMENPITEEN VALINTA

Tien parantamistoimennepiteen valinta suoritetaan ottamalla huomioon:

- tarkasteltavan hankkeen eri vaihtoehtojen kannattavuus-



- det ja toteuttamiskustannukset
- muiden tarjolla olevien hankkeiden eri vaihtoehtojen kannattavuudet ja kustannukset
- käytettävissä olevat määrärahat
- ne valintaan vaikuttavat seikat (työllisyys, ympäristön suojelu, tiestön parantamisesta aiheutuvan hyödyn tasapuolinen jakautuminen yms.), joita ei ole voitu ottaa huomioon taloudellisissa laskelmissa.

Parantamistoimenpiteen suunnittelijan tehtävänä on selvittää vaihtoehdoista seuraavat tekijät

- hankkeen kunkin vaihtoehdon kannattavuus
- " - toteuttamiskustannukset
- " - aiheuttamat, mutta taloudellisiin laskelmiin sisältyvät vaikutukset, jotka pyritään yksilöimään mahdollisimman pitkälle.

Parantamistoimenpidettä valittaessa on edellä olevan perusteella tarkasteltava kaikkia tarjolla olevia hankkeita samanaikaisesti. Tällainen tarkastelu (liite 10.) voidaan suorittaa vain keskitetysti tie- ja vesirakennuspiirin tai koko maan puitteissa tienpidon pitkän ajan ohjelmia laadittaessa.

## II PARANTAMISTYÖN SUUNNITTELUUN JA TOTEUTTAMISEEN LIITTYVIÄ NÄKÖKOHTIA

### 3. INVENTOINTIIN LIITTYVIÄ NÄKÖKOHTIA

#### 3.1. Päällysrakenne

Tien päällysrakenteesta selvitetään, mitä voimassa-olevien TNO:n päällysrakenneluokkaa se vastaa ja päällysrakenteen rakentamis- tai vahvistamisajankohta. Mikäli tien kantavuus ei ole riittävä on päällysrakennekerrosten laatu ja paksuus selvitettävä pistokokein leikkauksissa sekä erikseen matalien ja korkeiden penkereiden kohdilla joko koekuoppia kaivamalla tai esim. autokairan avulla. Tämä on tarpeellista sen vuoksi, että rakennetietojen perusteella voidaan suunnitelmaa laadittaessa yhdessä kantavuuskokeiden tulosten kanssa arvostella vanhan rakenteen kantavuus ja roudan vaikutus kantavuutta vähentävänä tekijänä.

#### 3.2 Vauriokohdat

Tien vauriokohdilla so. routavaurio-, kelirikko-, päällysteen rikkoutumis- ja tien painumiskohdilla on suoritettava yksityiskohtainen tutkimus vaurion syyn selvittämiseksi. Tutkimus käsittää vauriokohtien yksityiskohtaisen kartoituksen, routavauriokohdilla ja painumiskohdilla vaaitukset, pehmeikkökohdilla lisäksi painokairauksen, siipikairauksen ja näytteenotot. Vauriokohtien ja niiden syiden selvittäminen vaatii useaan kertaan suoritettavia tarkastuksia, vaaituksia ja mittauksia, koska eräät vauriot esiintyvät vain määrääkänä vuodesta ja niiden suuruus ja laatu vaihtelee vielä eri vuodenaikoina ja eri vuosina. Esim. routavauriokohdilla on syytä suorittaa



maaliskuun-toukokuun välisenä aikana useita vaaituksia, halkeamien mittauksia ja pohjavesipinnan tarkkailua. Lisänäyttein tulisi selvittää rakennekerrosten ja pohjaan laatu sekä tämän lisäksi mahdollisen kalliopinnan sijainti.

Tutkimusten aikana on usein tarpeellista suorittaa myös koko tien pituusvaaitus kahteen kertaan; kesällä, kun maa on sulana ja kevättalvella, jolloin roudan syvyys on suurin. Tällöin suunnittelija saa havainnollisen kuvan siitä mitä suuruusluokkaa ja miten epätasaista routimisuus on. Myös rumpujen kohdalla on routimisuus tutkittava siirtymäkiilojen tarpeellisuuden selvittämiseksi. Routimisuus saattaa olla paikoitellen jopa 20-30 cm. Tämä on syytä ottaa huomioon myös suunnitelmaa laadittaessa, jos päällysrakennekerrosten rakentaminen tapahtuu talven aikana, jolloin routimisuus on suurimmillaan. Mikäli esim. jakava kerros ajetaan talven aikana kesällä vaaittujen tulosten tasoon, joudutaan vajeus täyttämään roudan sulettua kesällä kantavan kerroksen murskeella.

Mikäli tie on joillakin kohdilla painunut liikennöimistä haittaavassa määrin ja tasauksen nosto todetaan tarpeelliseksi, on tällaisilla alueilla suoritettava tutkimuksia maaperän kantavuudesta. Useimmat kairaukset voidaan suorittaa penkereen sivuilla. Muutamia kairauksia on kuitenkin pyrittävä suorittamaan myös penkereen läpi pengertäytteen alarajan määrittämiseksi ja kantavuuden selvittämiseksi täytteen alla. Poikkileikkaukset ja kairauspisteet on valittava harkitusti. Tutkimuksia ei kuitenkaan tarvitse suorittaa, mikäli tien alkuperäisen suunnitelman tutkimus-

tulosten perusteella voidaan ko. kohdan kantavuus ja syyt painumiin selvittää. Pohjamaan kantavuustutkimuksia (kairauksia tms.) ei yleensä tarvitse suorittaa mikäli penkereen korotus on vain muutamia kymmeniä senttimetrejä.

### 3.3. Tiealueen leveys

Tiealueen leveydestä laaditaan tarvittaessa erillisselvitys.

### 3.4. Onnettomuuskohdat

Onnettomuuskohdat selvitetään suunnitteluvaiheessa onnettomuuskarttojen avulla ja esitetään inventointipiirrookseen sisältyvässä kartassa.

## 4. SUUNNITELMAN LAATIMISEEN LIITTYVIÄ NÄKÖKOHTIA

### 4.1. Tien kantavuuden lisäämistarve

Tien kantavuuden lisäämistarve saadaan selville vertaamalla kantavuusmittausten tuloksia kantavuusvaatimuksiin.

Mikäli kantavuuskokeiden edellyttämä vahvistustarve on suuri, voidaan osa korotuksesta suorittaa eristys- tai suodatinmateriaalilla voimassa olevien normaalimääräysten päällysrakenneohjeiden mukaisesti. Valinta riippuu lähinnä saatavien materiaalien rakeisuudesta ja kuljetusetäisyyksistä. Murskeesta tai murskesorasta valmistettavan kantavan kerroksen minimipaksuus on työtekniliseltä kannalta kuitenkin 10 cm. Vaihtoehtoisena vahvistamismenetelmänä tulee harkita myös sementtistabilointia.

### 4.2 Tien poikkileikkaus

Normaalipoikkileikkauksesta voidaan harkinnan mukaan vahvoja teitä parannettaessa poiketa. Esimerkkinä mainittakoon poikkileikkaus 9/7 jyrkin luiskin.



Luiskat pyritään tekemään voimassa olevien ohjeiden mukaisiin kaltevuuksiin, mutta teitä parannettaessa sallitaan jyrkempiäkin luiskakaltevuuksia käytettävissä olevasta tiealueesta riippuen. Lisäksi on otettava huomioon luiskan kaltevuutta määritettäessä luiskan maalaji ja maaperän kantavuus.

Tien sivukaltevuudet mitoitetaan yleensä voimassa olevien normien mukaan. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei normien mukaisista kaltevuuksista poiketa kaarteissa.

Päällysteen ja luiskan reunan välissä tulee olla vähintään 25 cm leveä tukikaista (piennar), vaikka päällysteen leveys jäisikin alimoitetuksi. Tukikaista (piennar) on tehtävä huolellisesti samaan tasoon päällysteen yläpinnan kanssa.

Kaiteet muodostavat sivuesteen ja voivat vaarantaa liikenneturvallisuutta ja pienentää liikenteenvälityskykyä. Koska kaiteiden rakentaminen ja kunnossapito lisäksi on varsin kallista, on niiden tarpeellisuutta harkittava kussakin tapauksessa erikseen.

Liikennemerkkeihin on parannettavilla tieosilla kiinnitettävä erityistä huomiota niin, että ne ovat tarpeellisia ja voimassa olevien ohjeiden mukaisia.

#### 4.3. Liittymät

Parannettavilla teillä olevat liittymät saattavat olla joko tyyppinsä, sijaintinsa tai muiden seikkojen takia parantamisen tarpeessa.

Liittymätyyppi tulisi valita voimassa olevien ohjeiden

mukaan ottaen kuitenkin huomioon liikenneturvallisuuden mahdollisesti aiheuttamat korkeammat vaatimukset. Tehtäessä uusia liittymiä tai muutettaessa olemassa olevien liittymien paikkaa on otettava huomioon päätien pituuskaltevuus, ohitusmahdollisuudet päätiellä ja näkemäolosuhteet. Kalliita ratkaisuja on pyrittävä välttämään.

Jos päätie tehdään kestopäällysteiseksi on sorapäällysteinen sivutie kestopäällystettävä tulppaliittymän kohdalla 60-100 m ja avoimien liittymien kohdalla 20-50 m. Yksityinen sivutie päällystetään liittymästä riippuen 6-20 m.

Liittymätasanne tulisi tehdä liittymäkaarteiden matkalla siten, että sen pituuskaltevuus on  $\leq 2,5$  %. Pitäisi yleensä pyrkiä siihen, ettei liittymä ole päätielle viettävä.

#### 4.4. Kuivatus

Tukkeutuneet ojat avataan ja rikkoutuneet tai heikot rummut korjataan ja samassa yhteydessä rakennetaan tarvittaessa siirtymäkiilat tai ne korvataan poikkeustapauksissa lämpöeristeellä. Siirtymäkiillojen rakentamista on harkittava myös ehjien rumpujen alueilla, mikäli näillä kohdilla on todettu roudan aiheuttamia liikennöimistä haittaavia epätasaisuuksia.

Routavauriokohdilla on harkittava vanhojen suunnitelmasiisakirjojen tai suoritettujen tutkimusten perusteella voidaanko ojitusta tehostamalla (sivuojat, niskaojat, salaojat) lisätä tien kantavuutta ja vähentää routavaurioita. Mikäli tie kestopäällystetään ja vauriokohdilla ei tasauksen perusteella kantavuuden kannalta tule riittävää korotusta, ei vauriokohtien korjausta pidä suorittaa pelkästään ojituksen avulla, vaan korjaus



on suoritettava perusteellisemmin yleensä massanvaihtoa käyttäen. Sen sijaan soratie, joka öljysorastetaan, voidaan joskus pelkän ojituksen avulla saada tarkoituksenmukaiseen kuntoon ja mahdollisesti tarvittava rakenteen parantaminen voidaan jättää myöhemmin esim. kestopäällystämisen yhteydessä suoritettavaksi. Epäilyttävissä kohdissa tulee kantavuutta kuitenkin ojittamisen lisäksi parantaa kantavan kerroksen rakentamisella.

## 5. TOTEUTTAMISEEN LIITTYVIÄ NÄKÖKOHTIA

### 5.1. Tien leventäminen

Mikäli tietä joudutaan leventämään, on toimenpide pyrittävä suorittamaan siten, että vanhaa tielinjaa noudatetaan ja levitys tulee molemmille puolille yhtä suureksi. Tämä on tärkeätä varsinkin, mikäli vanhan tien runko on tehty routivasta aineksesta tai jos pohjamaa on pehmeätä, sillä vanhan ja uuden materiaalin rajakohtaan tulee usein halkeama huolellisesta rakentamisesta huolimatta. Mikäli tämä raja tulee ajokaistalle voi se myöhemmin haitata tien liikennöimistä. Pakottavissa tapauksissa rajakohdan tullessa ajoradan alueelle, on uusi rakenneosaa tehtävä mahdollisimman samanlaatuiseksi materiaalista kuin vanhakin. Esimerkiksi oikaisukohdilla, joissa vanha tie jää osittain uuden alle, voidaan vanha materiaali leikkaamalla tasata koko uuden tien leveydelle tai siirtää tien toiselta puolelta toiselle, mikäli se liikennejärjestelyjen kannalta on mahdollista. Mikäli materiaalin siirtoa ei voida suorittaa edellä esitetyillä tavoilla, on täyttöalueilla pyrittävä käyttämään mahdollisimman samanlaatuista ainesta kuin entisessäkin rakenteessa tai vanha rakenne on purettava kokonaan ja kohta rakennettava perusteellisesti uudelleen.

Päällystäminen (Ab ja SAb) tehdään voimassaolevia ohjeita noudattaen ottaen kuitenkin huomioon, että mikäli sidottuja kerroksia tulee useampia voidaan ne tarvittaessa tehdä vaiheittain muutaman vuoden väliajoin. Öljysorakulutuserosta ei tarvitse poistaa, ellei sillä ole käyttöä lähialueella esim. vähäliikenteisen tien kulutuskerrokseksi. Öljysorapinta on kuitenkin rikottava (karhittava) ja siihen sekoitettava kantavaan kerrokseen (tai tien pinnan muotoiluun) käytettävää murskesoraa (mursketta) ja tiivistettävä huolellisesti. Kantavan kerroksen pinta on yleensä käsiteltävä bitumiemulsiolla tai -liuoksella ennen päällystämistä.

## 5.2. Vauriokohdat

Mikäli parannustyötä suunniteltaessa todetaan, että soratien savella kunnossapidetty pintaosa on "pilaantunut" ja ns. pintapehmenemistä on todettu, on tämä kerros yleensä poistettava ennen uuden kantavan kerroksen tai sen yläosan rakentamista, ellei sen päälle rakenneta riittävästi uusia päällysrakennekerroksia.

Mikäli uusi päällyste tulee välittömästi vanhan päälle, jossa on halkeamia ja purkautumia, korjataan vauriot ennen tasausmassan tai uuden päällysteen levitystä voimassaolevien päällysteiden kunnossapito-ohjeiden mukaisesti.

Verkkohalkeamakohdat on purettava ja rakennettava uudelleen, jos päällysteessä on irtonaisia lohkoja. Mikäli verkkohalkeama-alue on suhteellisen kiinteä, on kantavuustulosten ja tien yleisen korjaustarpeen mukaan harkittava, onko kohdan uudelleen rakentaminen tarpeen, vai riittääkö vanhan päällysteen korjaaminen kunnossapitotoimenpitein.

Niissä pehmeikkökohdissa, joissa vanha rakenne on aikanaan



tiivistänyt maapohjaa, on toispuolisia levityksiä pyrittävä välttämään varsinkin, missä osa ajorataa tulisi vanhan rakenteen ulkopuolelle. Mikäli se ei ole mahdollista voidaan tällaisilla kohdilla tarvita erikoistoimenpiteitä kuten massanvaihto, kevyt täyttö, paalutus, ym. Tarvittaessa on näitä toimenpiteitä suunniteltaessa hankittava maatutkimustoimiston lausunto tai hyväksyminen esitetyille toimenpiteille.

Jotta tien vakavuutta ei tarpeettomasti vaaranneta ja aiheuteta epätasaisia painumia tai kalliita pohjavahvistustoimenpiteitä, on tasauksen korotusta pehmeikköjen kohdilla vältettävä. Notkelmassa esiintyvän pehmeikön kohdalla on tasauksen korotuksen sijasta harkittava mäkien leikkäämistä. Tällöin joudutaan päällysrakenne joko rakentamaan kokonaan uudelleen tai vahvistamaan sitä esim. sementtistabiloinnin avulla.

Routavauriokohdilla, jotka joudutaan avaamaan, voi olla tarkoituksenmukaista korvata syväkaivu tai kallion pinnan puhdistus lämpöeristeillä. Niiden käytöstä saa erityisohjeita maatutkimustoimistolta.

III LIITTEET



### Päällysteen kunnon määrittely

Päällysteen kunto määritellään seuraavin perustein (Bitumi-  
liuossora- ja öljysorapäällysteen tarkkailulomakkeen täyttä-  
misohjeet):

#### Hyvä:

Pinta on yleensä säilyttänyt muotonsa ja on tasainen sekä  
kiinteä. Muutamia pieniä erillisiä reikiä tai paikkauksen jät-  
tämisiä jälkiä voi siellä täällä esiintyä. Muutama tasainen hal-  
keama ja 1-2 kappaletta loivaa painumaa tai routakohoutumaa  
kilometriä kohti sallitaan. Päällysteestä on kuitenkin yli 90 %  
täysin moitteetonta. Päällysteen epätasaisuuden takia ei mis-  
sään tiekohdassa tarvitse ajonopeutta pienentää.

#### Tyydyttävä:

Pinnassa on paikoitellen pieniä n. 10-15 cm:n läpimittaisia  
reikiä tai paikkauksen jättämiä jälkiä. Päällysteen reunoissa  
saattaa siellä täällä olla syöpymiä. Muutamia pituus ja poikki-  
suuntaisia halkeamia sekä verkkohalkeamaa paikoitellen saa esiin-  
tyä. Päällyste on näissä kohdin kuitenkin tasainen eikä purkaannu.  
Loivia painumia tai roudan aiheuttamia kohoutumia, jotka eivät  
vaadi varoitusmerkkiä, saattaa esiintyä n. 1-5 kpl kilometriä  
kohti. Tien pinnasta yli 70 % on kuitenkin täysin moitteetonta.  
Päällysteessä esiintyvät reiät ja epätasaisuudet voidaan väis-  
tää tai ne ovat sellaisia ettei ajonopeutta niiden takia tarvit-  
se hiljentää. Ohittavaa tai vastaantulevaa ajoneuvoa väistettäes-  
sä sekä vastaavissa olosuhteissa saattaa tulla kysymykseen ajo-  
nopeuden hiljentäminen.

#### Välttävä:

Pinnassa on reikiä ja paikkauksen jättämää epätasaisuutta. Pi-  
tuus- ja poikittaissuuntaisia halkeamia sekä verkkohalkeamaa  
runsaasti. Paikoin voi olla varoitusmerkein osoitettavia painumia

tai roudan aiheuttamia kohoutumia sekä päällysteen reunoissa syöpymiä. Tien pinnasta vähintään 50 % tulee kuitenkin olla moitteetonta. Ajonopeutta on joskus hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varottava.

Heikko:

Pinta on epätasainen reikien ja runsaan paikkauksen johdosta. Joskus voi epätasaisuus johtua poikittaisesta pinnan aaltoilusta tai pehmyden aiheuttamasta raiteisuudesta. Pituus- ja poikittaissuuntaisia halkeamia ja routapaikoissa runsaasti verkkohalkeamaa, joka purkautuu. Varsinkin kelirikkoaikana halkeamista pursuaa savea pinnalle. Painumia tai roudan aiheuttamia kohoutumia, joita ei voi väistää. Tien pintaa on jatkuvasti tarkkailtava ja ajonopeutta useasti vaihdeltava. Tien päihin on useissa tapauksissa laitettava pinnan epätasaisuuksista varoitavat kilvet.



tai roudan aiheuttamia kohoutumia sekä päällysteen reunoissa syöpymiä. Tien pinnasta vähintään 50 % tulee kuitenkin olla moitteetonta. Ajonopeutta on joskus hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varottava.

Heikko:

Pinta on epätasainen reikien ja runsaan paikkauksen johdosta. Joskus voi epätasaisuus johtua poikittaisesta pinnan aaltoilusta tai pehmyden aiheuttamasta raiteisuudesta. Pituus- ja poikittaissuuntaisia halkeamia ja routapaikoissa runsaasti verkkohalkeamaa, joka purkautuu. Varsinkin kelirikkoaikana halkeamista pursuaa savea pinnalle. Painumia tai roudan aiheuttamia kohoutumia, joita ei voi väistää. Tien pintaa on jatkuvasti tarkkailtava ja ajonopeutta useasti vaihdeltava. Tien päihin on useissa tapauksissa laitettava pinnan epätasaisuuksista varoitavat kilvet.

## MAANTEIDEN KANTAVUUDEN MITTAUS JA ROUTIVUUDEN MÄÄRITTELY

### Kantavuuden mittaus

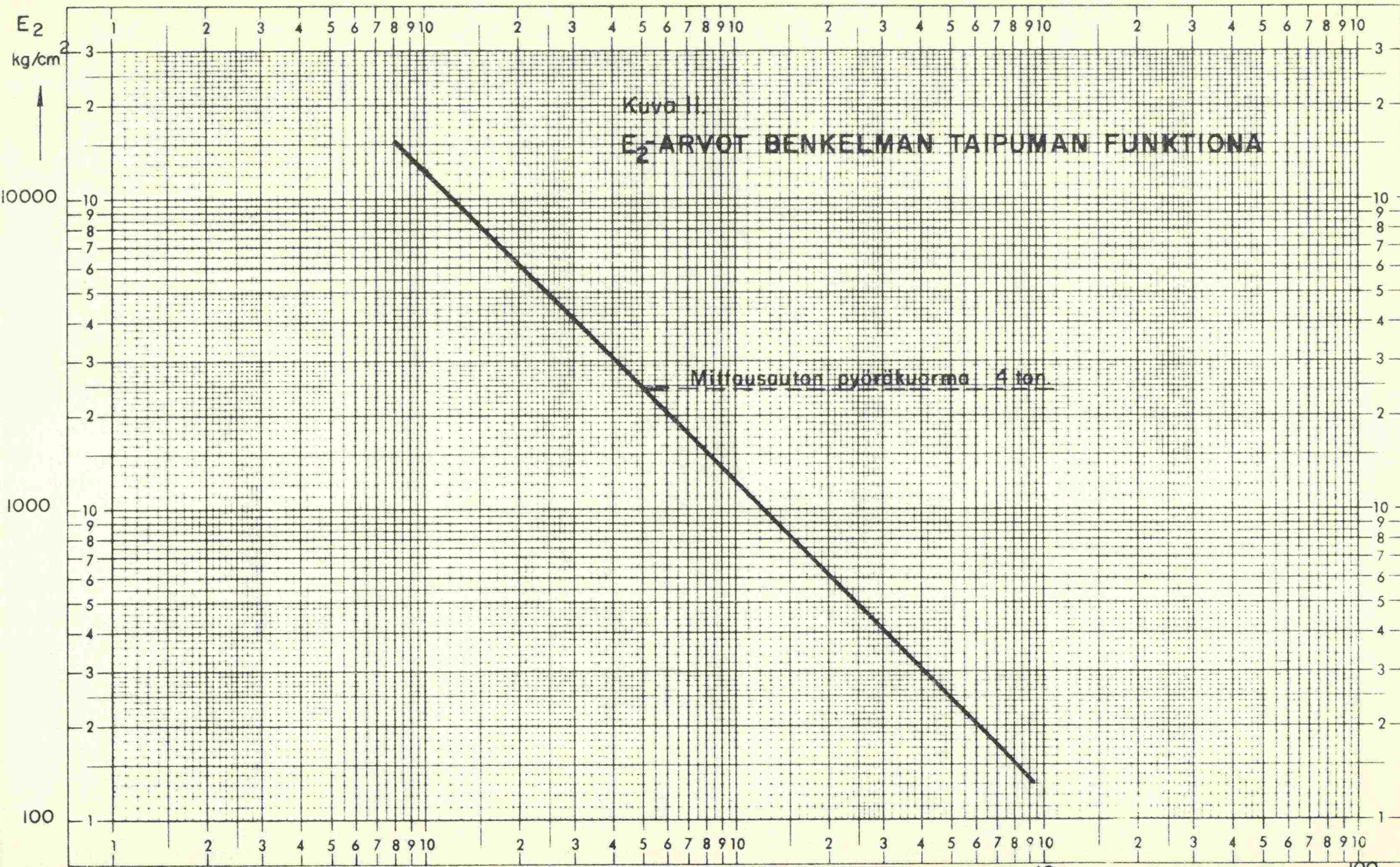
Tarpeelliset kantavuustutkimukset on tehtävä joko levykuormituslaitteella (suoritusohje Tvh 2.816) tai Benkelman-palkilla (ohjeet: "Kantavuuden mittaus Benkelman-palkilla", tvh:n kirje 30.6.1970 T-3296). Käytettäessä Benkelman-palkkia muunnetaan taipumamittaustulokset  $E_2$ -arvoiksi ( $\text{kp/cm}^2$ ), kuva 11.

Parantamissuunnitelmia varten on kantavuusmittaukset suoritettava säännöllisin välimatkoin vuoroin kummaltakin kaistalta. Sopiva mittauspisteiden välinen etäisyys on 50-200m, joista lyhin sopii rakentamattomille teille ja pitemmät rakennetuille teille varsinkin silloin, kun havaitaan tieosan kantavuuden ylittävän asetetut vaatimukset.

Varsinaiset kantavuusmittaukset on suoritettava kesällä. Mitoituksessa tarvittavan kevät- eli kelirikkokauden kantavuuden selvittämiseksi on suoritettava tarkistusmittauksia myös keväällä kriittillisenä kelirikkokautena. Tarkkailumittaus suoritetaan noin viikon välein kolmena vähintään 10 mittauksen sarjana samoista tien kohdista. Tällä pyritään löytämään mittauskohtien heikoimmat kantavuusarvot. Kelirikon ajankohta voidaan määrittää esim. routamittarin tai suoritettujen mittausten perusteella. Kesäkantavuusarvot muunnetaan kevätkantavuudeksi kevät- ja kesäkantavuuden välisen suhteen avulla.

Kantavuuden muuntokertoimia määritettäessä on ko. tieosa jaettava tarkoituksenmukaisiin osiin, joilla käytetään eri korjaus lukuja. Koko tieosaa ei pidä laskea yhdellä ainoalla muuntokertoimella.







Jos tarkkailumittauksia ei ole kuitenkaan voitu suorittaa keväällä, muutetaan bitumiliuossora- ja öljysorateiden kesäkantavuusarvot kevätkantavuudeksi päällysteen kunnon ja so-  
rateiden kesäkantavuusarvot tien routivuuden perusteella seuraavan taulukon mukaisesti:

Päällysteen kunto x)	Tien routivuus	Kevätkantavuuskerroin
hyvä tai tyydyttävä	routimaton	0,80
välttävä	lievästi routiva	0,60
heikko tai hajonnut	erittäin routiva	0,40

x) Päällysteen kunnon määrittelyperusteet on esitetty liitteessä 1.

Routivuuden määrittelyperusteet ovat seuraavat:

routimaton	- ei routavaurioita
lievästi routiva	- roudan aiheuttamaa pinnan vähäistä epätasaisuutta
erittäin routiva	- routapuhkeamia tai suuria roudan aiheuttamia epätasaisuuksia



Kuivatuksen arvosteluperusteet

Ojat:

Hyvä (Hy): Ojat ovat auki ja mitoiltaan ja kaltevuussuhteiltaan sellaiset, että vettä ei yleensä jää seisomaan ojiin. Parantamistoimenpiteet eivät ole tarpeellisia.

Välttävä (Vä): Ojat osittain kasvillisuuden sekä ojiin kulkeutuneiden ainesten tukkimia niin, että niihin keväisin ja syksyisin syntyy paikallisia vesikeräytyksiä. Parantamistoimenpiteinä riittää vähäinen ojien puhdistus.

Heikko (He): Ojat ovat kasvillisuuden sekä niihin kulkeutuneiden ainesten tukkimia. Ojiin muodostuu vesikerääntymiä keväisin ja sadeaikoina. Parantamistoimenpiteinä vaaditaan ojien uudelleen kaivua.

Rummut:

Hyvä (Hy): Rumpuputken halkaisija ja kaltevuus ovat riittävät. Rummun pohja on säilynyt lähes suorana. Korjaustoimenpiteet eivät ole tarpeellisia.

Välttävä (Vä): Rumpuputken halkaisija ja kaltevuus ovat riittävät. Rummun painumat eivät aiheuta huomattavaa haittaa sen kunnossapidolle tai kuivatukselle. Korjaustoimenpiteenä riittää rummun puhdistaminen ja rummun suiden perkaus tai ojien syventäminen. Rummun voi olettaa kestävän vähintään päällysteen kestoajan.

Heikko (He): Rummun painumat haittaavat huomattavasti kunnossapitoa. Painumien johdosta rumpuputket ovat mahdollisesti siirtyneet lomittain. Putkissa esiintyy syöpymiä tai rikkoutumia. Rummun mitoitus on osoittautunut riittämättömäksi. Rumpu on rakennettava uudelleen.

## Palvelutaso kaksikaistaisilla maanteillä

### 1. Palvelutaso

Palvelutaso on käsite, joka kuvaa tiellä vallitsevia ajo-olosuhteita. Ajo-olosuhteet muodostuvat mm. nopeudesta, matka-ajasta, liikenteen häiriöistä, turvallisuudesta, ajomukavuudesta ja ajokustannuksista, joihin puolestaan vaikuttavat sekä tie että sitä käyttävä liikenne. Highway Capacity Manualissa 1965 on tiettyjen ajo-olosuhdetekijäin (lähinnä nopeuden ja käytösuhteen) annettujen lukuarvojen avulla määriteltä kuusi eri palvelutasoa, jotka merkitään kirjaimilla A - F.

Jollakin tietyllä tiellä tai kaistalla saattaa palvelutaso vaihdella huomattavasti. Palvelutaso tietyllä tieosuudella riippuu liikennemäärästä, liikenteen ajoneuvokoostumuksesta sekä käytetyistä ajonopeuksista. Vaikka tie suunnitellaan siten, että tietty liikennemäärä välittyy sitä pitkin määrätyllä palvelutasolla, esiintyy tiellä kuitenkin useita eri palvelutasoja tuntiliikenteen vaihdellessa eri vuorokauden aikoina, viikonpäivinä ja vuodenaikoina. Vastaavasti erityyppisten pääteiden, maanteiden ja katujen (esim. moottoritiet, tasoliittymän varustetut moottorikadut, monikaistaiset maantiet, paikalliset kaksikaistaiset tiet, kaupunkialueiden pääkadut ja keskustan kadut) palvelutasoja ei lähes koskaan voida suoraan verrata toisiinsa, koska kutakin väylätyyppiä täytyy arvostella eri mittapuun mukaan.

Ajajan kannalta alhaiset liikennemäärät tietyllä kaistalla tai tiellä luovat paremman palvelutason kuin korkeat liikennemäärät samalla väylällä. Täten tietyn väylän tai kaistan palvelutaso on kääntäen verrannollinen liikennemäärään tai liikennetiheyteen.



Highway Capacity Manualissa on pyritty määrittämään ne liikenneolosuhteet, jotka vastaavat eri palvelutasoja. Esimerkeiksi valitut palvelutasot vaihtelevat koko suunnittelualueen laajuudelta vapaan liikennevirran olosuhteista välityskykyä vastaavaan kuormitukseen asti. Käsikirjan tekijöiden tarkoituksena on ollut esittää suuntaviivat, joilla kirjan käyttäjä voi määrittää ne liikennemäärät, jotka vastaavat kulloinkin kyseessä olevaan tarpeeseen soveltuvia palvelutasoja.

## 2. Kaksikaistaisten maanteiden palvelutasot

Kaksikaistaisilla maanteilla ei liikenteen jakautumisella eri suuntiin ole sanottavaa vaikutusta ajo-olosuhteisiin kokonaissiikennemäärän pysyessä muuttumattomana. Tämän vuoksi välityskyky ilmoitetaan molempien suuntien yhteisenä liikennemääränä. Koska ohitukset on suoritettava vastaantulevan kaistaa käyttämällä, on liikennemäärällä ja tien geometrialla huomattava vaikutus palvelutasoon. Geometrian vaikutus otetaan huomioon keskimääräisen tienopeuden ja yli 460 m:n ohitusnäkemien osuuden avulla. Keskimääräinen tienopeus on tien eri elementtien ohjenopeuksien painotettu keskiarvo, jossa otetaan huomioon myös nopeudenmuutoksiin tarvittava matka.

Eri palvelutasot on HCM:ssa määritelty seuraavasti kaksikaistaisilla teillä taulukon 6 mukaisesti.

Palvelu- taso	Ajo-olosuhteet	Käyttö- <sup>1)</sup> nopeus km/h	Välityskyky ihanteellisissa olosuhteissa hay/h
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vapaat ajo-olosuhteet</li> <li>- pieni liikennemäärä ja suuri nopeus</li> <li>- n. 75 % ohituksista viivytysittä</li> </ul>	$\geq 95$	400
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tasainen liikennevirta</li> <li>- verraten suuri nopeus</li> <li>- hiukan rajoitetut ajo-olosuhteet</li> <li>- useimmat ajajat haluaisivat lisätä ohituksiaan</li> </ul>	$\geq 80$	900
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tasainen liikennevirta</li> <li>- liikennemäärä rajoittaa nopeuksia tuntuvasti</li> </ul>	$\geq 65$	1400
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- epätasainen liikennevirta</li> <li>- alhainen ajomukavuus</li> <li>- jonot pienentävät nopeuksia</li> </ul>	$\geq 55$	1700
E	<ul style="list-style-type: none"> <li>- liikennemäärä lähestyy kapasiteettia</li> <li>- nopeudet tavallisesti hiukan alle 50 km/h</li> </ul>	$\sim 48$	2000
F	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ruuhkautunut liikenne</li> <li>- alhainen ajonopeus</li> <li>- liikennemäärä alle kapasiteetin</li> </ul>	$< 48$	$< 2000$

Taulukko 6. Palvelutasot kaksikaistaisilla teillä HCM:n mukaan.

1) Käyttönopeus (turvallinen enimmäisnopeus) on suurin matkanopeus joka tiellä voidaan saavuttaa suotuisissa sääolosuhteissa ja vallitsevissa liikenneolosuhteissa ylittämättä missään kohdassa tienopeutta.



### Tienopeuden määrittäminen

Tienopeus on tien eri osuuksien ohjenopeuksien painotettu keskiarvo. Sen määrittämiseen käytetään kunkin osuuden ohjenopeutta, joka määräytyy ko. osuuden suunnitteluelementtien perusteella, nopeudenmuutoksiin tarvittavaa matkaa sekä tienopeuden ylärajaa, jota nimitetään perusnopeudeksi.

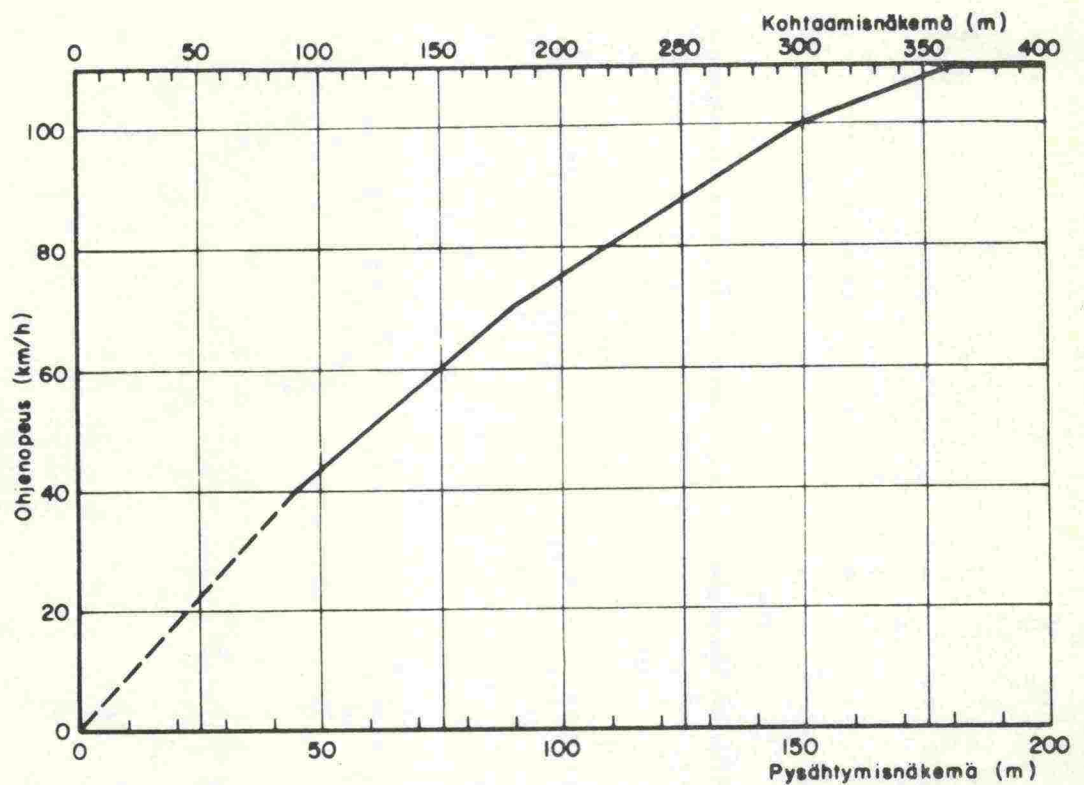
Tien ohjenopeus määräytyy suunnitteluelementtien perusteella. Olemassa olevalla tiellä on suunnitteluelementtien avulla tapahtuva tienopeuden laskeminen hankalaa. Toisaalta suunnitteluelementtien ohjenopeudet on vaakakaarteita lukuunottamatta määriteltä pelkästään näkemien perusteella. Näin ollen voidaan tienopeus laskea mitattujen näkemien perusteella, varsinkin kun vaakatason kaarteet ovat verraten harvoin rajoittavia tekijöitä.

Tienopeus määritetään 1) jakamalla tie osiin ja laskemalla eri osien ohjenopeuksien painotettu keskiarvo tai 2) vain alustavissa tarkasteluissa likimääräisesti tien näkemäprosentin perusteella.

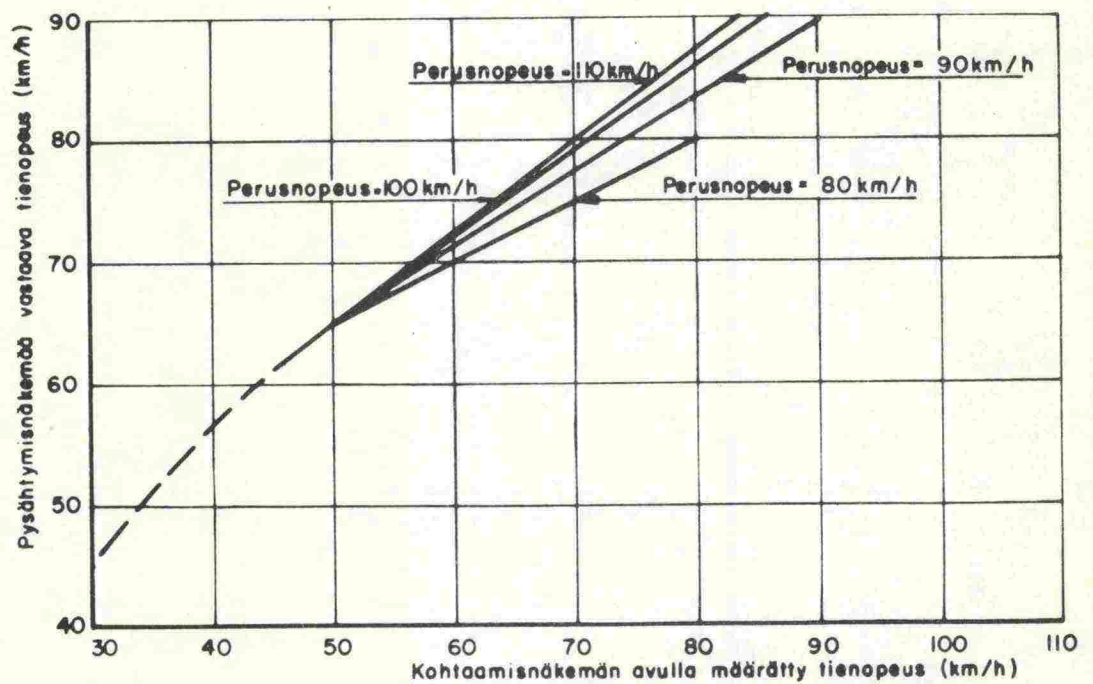
1. Tienopeus jota verrataan tienopeustavoitteeseen lasketaan tieosuuksien ohjenopeuksien painotettuna keskiarvona pysähtymis-näkemien perusteella. Mikäli on olemassa vain kohtaamisnäkemämittaukset, määritetään tienopeus muuntamalla kohtaamisnäkemän perusteella laskettu arvo muuntosuorien (kuva 13) avulla pysähtymisnäkemää vastaavaksi.

Tienopeuden määrittämismenettely on seuraava: ks. oheinen tienopeuden määrittämislomake

1) Merkitään kunkin 100 m:n miniminäkemä ao. sarakkeeseen.



Kuva 12. Ohjenopeuden riippuvuus pysähtymis/kohtaamisnäkemästä.



Kuva 13. Pysähtymisnäkemää vastaavan tienopeuden riippuvuus kohtaamisnäkemän avulla määritetystä tienopeudesta eri perusnopeuden arvoilla.



(Perusnopeutta vastaavaa näkemää suurempia arvoja ei tarvitse merkitä. Laskelmat suoritetaan leveintä parantamisvaihtoehtoa vastaavalle ja tätä pienemmille perusnopeuksille.)

- 2) Sarakkeeseen "muunnettu näkemä" korjataan edellisen sarakkeen näkemäarvot sellaisiksi, että peräkkäisten arvojen erotus on  $\leq 30$  m käytettäessä kohtaamisnäkemää ja  $\leq 15$  m käytettäessä pysähtymisnäkemää. Muutokset tehdään aina alaspäin.
- 3) Seuraavaan sarakkeeseen merkitään muunnettuja näkemiä vastaavat tienopeudet seuraavan taulukon perusteella.

Kohtaamisnäkemä (m)	Pysähtymisnäkemä (m)	Ohjenopeus (km/h)
0	0	0
90	45	40
120	60	50
150	75	60
180	90	70
220	110	80
260	130	90
300	150	100
360	180	110

Väliarvot interpoloidaan kuvan 12. perusteella.

- 4) Keskiarvo-sarakkeeseen lasketaan tienopeuden keskiarvo joko kilometrittäin tai koko tieosalle.
- 5) Keskiarvo voidaan laskea myös määritettyä perusnopeutta alhaisemmalle perusnopeudelle korvaamalla tätä suuremmat tienopeuden arvot perusnopeuden arvoilla.

Perusnopeus määräytyy tien leveyden mukaan seuraavasti:

Tien leveys (m)	Perusnopeus (km/h)
$\geq 9$	110
7.5 - 8.9	100
7.4 - 6.5	90
$\leq 6.4$	80

Lomakkeessa olevat seuraavat sarakkeet on tarkoitettu parantamistoimenpiteiden ansiosta muuttuneiden näkemäolosuhteiden mukaisen tienopeuden laskemiseen. Niitä voidaan käyttää, mikäli parantamistoimenpiteet eivät vaikuta olennaisesti tien pituuteen.

Mikäli tienopeuden määrittämisessä on käytetty kohtaamisnäkemää, muutetaan saatu tienopeuden arvo pysähtymisnäkemää vastaavaksi kuvan 13 muuntosuorien perusteella.

Tienopeuden määrittämiseksi riittää yleensä tien yhteen suuntaan suoritettu tarkastelu.

Esimerkki 1: Tienopeuden määrittämisestä on esitetty oheinen esimerkki, katso kuvan 14. näkemäkäyrä ja tienopeuden määrittämislomake taulukko 7. Käyttäen perusnopeutena 80 km/h saadaan tienopeudeksi 73 km/h kohtaamisnäkemän mukaan laskettuna. Pysähtymisnäkemää vastaava tienopeus on tällöin 77 km/h.

2. Likimääräismenettelyssä, jota voidaan soveltaa vain alustavissa tarkasteluissa, määritetään tienopeus palvelutasokäyrästään merkityn tienopeuden normaalialueen perusteella, kuvat 6-9. Mikäli tie on suhteellisen uusi ja linjaukseltaan tasalaatuinen, käytetään normaalialueen yläosaa, kun taas vanhojen ja epätasaisesti linjattujen teiden tapauksessa normaalialueen alaosaa.

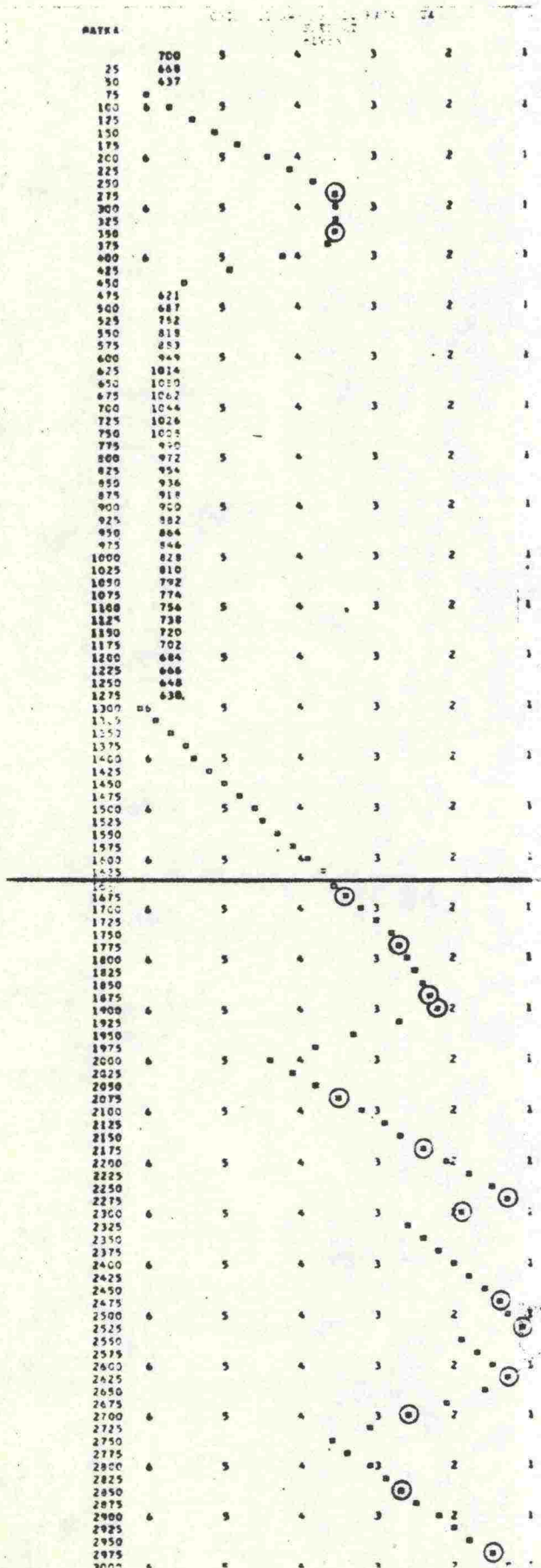
Esimerkki 2: Käyttäen edellä esimerkissä 1 olevaa tiekohdetta, määritetään näkemäprosentti. Se saadaan laskemalla niiden tien osien osuus (%) koko tiestä, joilla näkemä  $> 460$  m. Näkemäkäyrästä todetaan, että tien osilla 0-175 ja 400-1500, yhteensä 1275 m, on näkemä  $> 460$  m. Täten näkemäprosentti on



Kuva 14. Näkemäkäyrä

Orimattila - Hämeenl.raja, väli 00-3000

Matka Näkemä (100 m)



□ = kunkin sadan (100) metrin miniminäkemä

## TIE NOPEUDEN MÄÄRITTÄMINEN

TIE: Mt. Orimattila-Hämeenl.rajaTIEOSAT: 3NYK.POIKKILEIKK./ PÄÄLL. 6VÄLI: Orimattila-Hämeenl.raja

Vp = PERUSNOPEUS

LOMAKE N<sup>o</sup> 1 $\bar{V}$  = TIE NOPEUDEN KESKIAARVO

MATKA 100 m	OIKEA										VASEN									
	MINIMI- NÄKEMÄ	MUUNN. NÄKEMÄ	TIE- NOPEUS	Vp		PAR. NÄKEMÄ	MUUNN. NÄKEMÄ	TIE- NOPEUS	Vp		MINIMI- NÄKEMÄ	MUUNN. NÄKEMÄ	TIE- NOPEUS	Vp		PAR. NÄKEMÄ	MUUNN. NÄKEMÄ	TIE- NOPEUS	Vp	
				$\bar{V}$	$\bar{V}$				$\bar{V}$	$\bar{V}$				$\bar{V}$	$\bar{V}$				$\bar{V}$	$\bar{V}$
0		360	110																	
1		"	"																	
2	350		108	80																
3	350		108	80																
4		360	110	90																
5		"	"	90																
6		"	"	100																
7		"	"	100																
8		"	"	100																
9		"	"	100																
0		"	"																	
1		"	"																	
2		"	"	80							Koko tieosan keskim.tienopeus kohtaamis- näkemän mukaan									
3		"	"	80																
4		350	108	90																
5		320	103	89									90	79						
6	340	290	98	100																
7	270	260	90	96									100	85						
8	230		83	110																
9	220		80	100									110	90						
0	350	190	73																	
1	240	160	63																	
2	130		53	80																
3	190	160	63	60									80	77						
4	140		57	90																
5	110		47	60									90	83						
6	130		53	100																
7	260	160	63	60									100	90						
8	250	180	70	110																
9	150		60	60									110	95						



$$\frac{100 \cdot 1275}{3000} = 42.5 \%$$
 Näkemäprosenttia 42.5 ja tien poikki-  
leikkausta 6 m vastaaviksi tienopeuden arvoksi saadaan 73-75  
km/h, tekstin kuva 8. Tällöin on käytetty tienopeuden normaali-  
alueen alarajaa, koska tarkasteltava tie on linjaukseltaan  
epätasainen.

### Päällystetyyppien vertailulaskelmat

Vertailuperusteena on käytetty päällysteen kestoiän puolivälissä laskettuja vuotuisia liikennekustannuksia, jotka on esitetty päällystämisaajanjohdan liikennemäärän funktiona. Tällä laskentamenettelyllä saadaan eripituisen käyttöiän omaavat päällysteet parhaiten vertailukelpoisiksi. Liikennekustannuksiin sisältyvät tässä päällysteen ja kantavan ja jakavan kerroksen kuoletus ja korko, päällysteen kunnossapitokustannukset sekä ajokustannukset kestopäällysteeseen verrattuna.

#### Laskentamenettely

Esimerkkilaskelmat on suoritettu tien poikkileikkaukselle 7/6 (päällyste 6,5 m). Laskelmat on esitetty jäljempänä olevissa taulukoissa. Saatujen vertailukustannusten perusteella on piirretty kohdan 2.22 kuva 2.

#### Päällysteen kuoletus ja korko

Päällysteen kestoiät on määritetty tie- ja vesirakennuslaitoksen päällysteohjelmista saadusta aineistosta (päällysteen kestoiän puolivälissä lasketun) liikennemäärän funktiona (kuva 15). Kestoiän laskentakaava on esitetty myös kussakin taulukossa. Nastarenkaat lyhentänevät tässä esitettyjä kestoajoja. Poistoaikana on käytetty pyöristämätöntä kestoikää. Poisto on laskettu annuiteettimenettelyllä 7,5 % korolla. Päällysteen rakentamiskustannukset ovat v. 1969 päällystystöiden keskimääräisiä urakkahintoja, joihin on lisätty kiviaineksen ja valvonnan osuus. Liitteessä 8 on esitetty päällysteen rakentamiskustannukset kuljetusmatkojen funktiona.



Kantavan ja jakavan kerroksen kuoletus ja korko

Poistoaikana on käytetty 20 vuotta ja korkoprosenttina 7,5 %. Tällöin on annuiteetti (vuotuinen korko + kuoletus) 9,8 % sijoitetusta pääomasta. Kantavan ja jakavan kerroksen rakentamiskustannukset on valittu tie- ja vesirakennuspiirien ilmoittamien rakentamiskustannusten keskiarvoja pyöristämällä. Kantavan ja jakavan kerroksen vahvistamis- ja rakentamiskustannukset vaihtelevat eri työkohteilla erittäin paljon.

Kunnossapitokustannukset sisältävät päällysteen kunnossapidon yleiskustannuksineen. Kustannustiedot on saatu tarkkailutiesilta vuosina 1965-1968. (Ks. kuva 16) Öljysorapäällysteiden kunnossapitokustannukset on laskettu sellaisilta tieosilta, joiden kantavuus on hyvä tai tyydyttävä. Kunnossapitokustannuksiin eivät sisälly verrattain harvinaiset pintakäsittelyt.

Ajokustannukset on laskettu tie- ja vesirakennushallituksen moneen "Ohjeet tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi" perusteella. Ajokustannuksista on laskettu mukaan ainoastaan se osuus, jolla päällysteen ajokustannukset ylittävät kestopäällysteen (ja bitumiliuossoran) ajokustannukset. Lähtöarvoina on käytetty: mäkisyys  $m = 20$  metriä/km, kaarteisuus  $k = 50$  gradia/km, kaistainen ajorata, poikkileikkaus  $7/6$ , laskentavuosi 1970. Ajokustannuslisa riippuu paljon kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen suhteesta. Laskelmissa on oletettu, että ajoneuvoista on 80 % kevyitä ja 20 % raskaita. (Koko maan keskiarvo.)

Koska vertailukustannusten laskentavuosi on päällysteen kesto-  
iän puolivälissä, on laskentavuoden liikennemäärä muunnettu  
päällystämismvuoden liikennemääräksi olettaen, että liikenne  
kasvaa 5 vuodessa yhteensä 32 % (KVL ajon./vrk).

Kuvan 2 käyrät esittävät keskimääräisiä vertailukustannuksia. Vaihtelevista olosuhteista johtuen todelliset kustannukset voivat kuitenkin poiketa keskimääräisestä tasosta. Tämän keskivirheen on oletettu olevan kaikkien päällysteiden kohdalla  $\pm 500$  mk/km/v. Edelleen on päällysteen käyttöalueen rajaksi valittu se liikennemäärä, jolla kyseinen päällyste on enintään 1000 mk/km/v kalliimpaa kuin edullisin päällyste. Em. 1000 mk/km/v muodostuu sillä perusteella, että käyrien mukaan edullisin päällyste saattaa olla 500 mk/km/v keskimääräistä kalliimpi ja toiseksi edullisin samalla kertaa 500 mk/km/v keskimääräistä halvempi, jolloin kyseisessä yksittäistapauksessa päällysteet ovat yhtä edullisia. Kuviossa 2 esiintyvä katkoviiva on siten lähinnä piirustus-tekniillinen konstruktio.



Taulukko 8. KESTOPÄÄLLYSTEEN VERTAILUKUSTANNUKSET

Keskimääräinen vuorokausiliikenne päällysteen kestoiän puolivälissä KVL (ajon./vrk)	500	1000	1500	2000
Päällysteen kestoikä v. t = $8,5 - 0,037 \cdot \text{KVL}/100$	8,3	8,1	7,9	7,7
Päällystämivuoden liikennemäärä (kasvu 32 %/5 v.)	400	800	1200	1600
Päällysteen annuiteettiprosentti a %	16,6	16,9	17,2	17,6
Päällysteen 7/6 rakentamiskustannukset SAb 18/120, 6500 m <sup>2</sup> · 4,30 mk/m <sup>2</sup>	27950	27950	27950	27950
1. Ajokustannuslisä kestopäällysteellä	0	0	0	0
2. Päällysteen kunnossapito mk/km/v	70	100	135	170
3. Kantavan ja jakavan kerroksen kuoletus ja korko (25000 mk/km) $0,10 \cdot 25000$	2500	2500	2500	2500
4. Päällysteen kuoletus ja korko a · 27950	4640	4720	4800	4920
1.-4. yhteensä mk/km/v	7210	7320	7435	7590

Taulukko 9. BITUMILIUOSSORAPÄÄLLYSTEEN VERTAILUKUSTANNUKSET

Keskimääräinen vuorokausiliikenne päällysteen kestoiän puolivälissä KVL (ajon./vrk)	500	1000	1500	2000
Päällysteen kestoikä v. t = $6,1 - 0,101 \cdot \text{KVL}/100$	5,6	5,2	4,6	4,2
Päällystämivuoden liikennemäärä (kasvu 32 %/5 v.)	430	870	1315	1785
Päällysteen annuiteettiprosentti a %	22,7	24,0	26,7	28,8
Päällysteen 7/6 rakentamiskustannukset BlS 18/100, 6500 m <sup>2</sup> · 2,30 mk/m <sup>2</sup>	14950	14950	14950	14950
1. Ajokustannuslisä kuten kestopäällysteellä = 0	0	0	0	0
2. Päällysteen kunnossapito mk/km/v.	200	500	900	1350
3. Kantavan ja jakavan kerroksen kuoletus ja korko (20.000 mk/km) $0,10 \cdot 20.000$	2000	2000	2000	2000
4. Päällysteen kuoletus ja korko a · 14950	3390	3590	3990	4310
1.-4. yhteensä mk/km/v.	5590	6090	6890	7660

Taulukko 10. ÖLJYSORAPÄÄLLYSTEEN VERTAILUKUSTANNUKSET

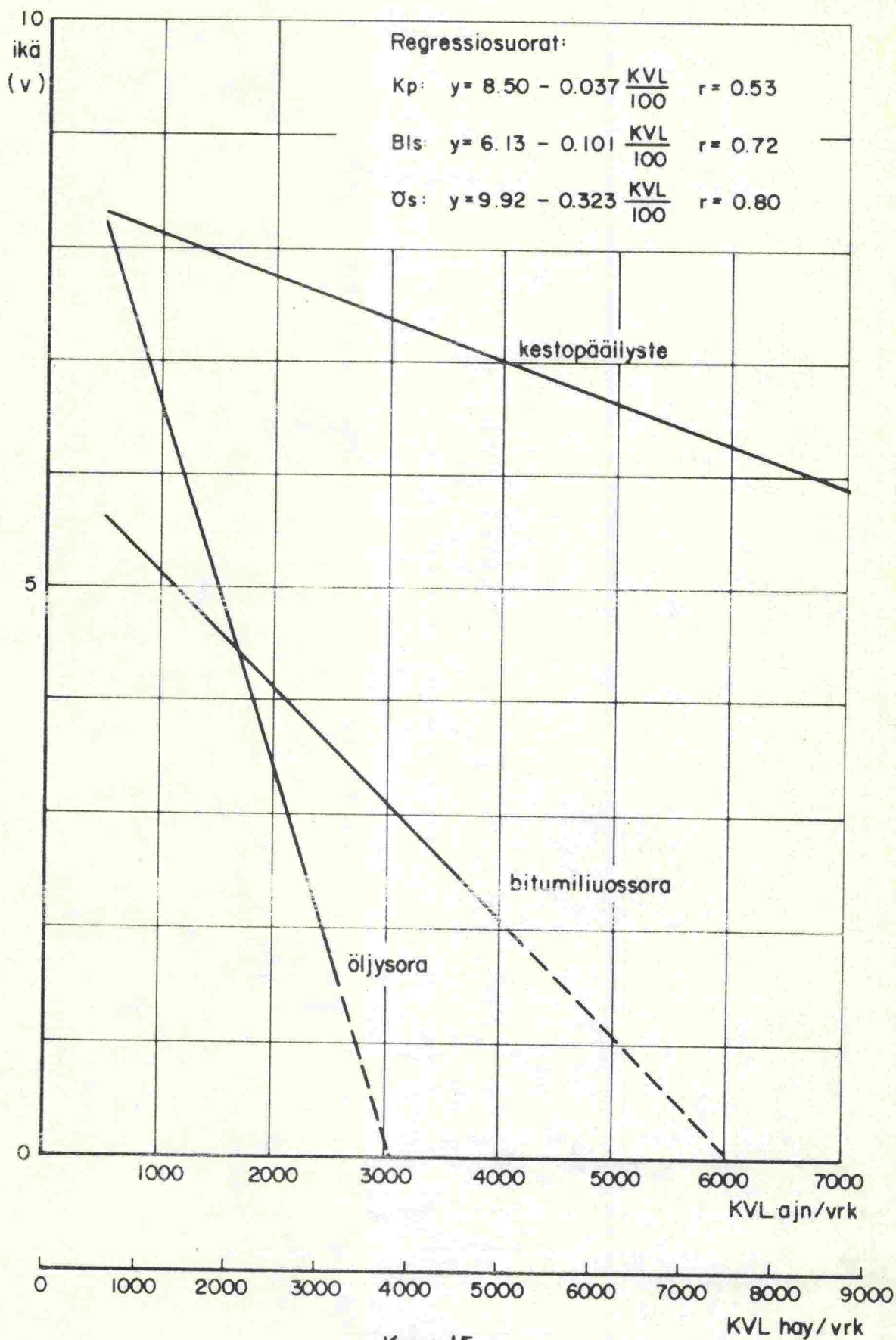
Keskimääräinen vuorokausiliikenne päällysteen kestoajan puolivälissä KVL (ajon./vrk)	100	500	1000	1500	2000
Päällysteen kestoikä v. t = $9,9 - 0,323 \cdot \text{KVL}/100$	9,5	8,1	6,6	5,0	3,4
Päällystämismuodon liikennemäärä (kasvu 32 %/5 v.)	80	400	830	1300	1820
Päällysteen annuiteettiprosentti a %	15,1	17,0	19,9	24,7	35,0
Päällysteen 7/6 rakentamiskustannukset Ös 18/100, $6500 \text{ m}^2 \cdot 1,70 \text{ mk/m}^2$	11050	11050	11050	11050	11050
1. Ajokustannuslisä: $0,1 \text{ p/kevyt ajon.}, \text{KVL}_{\text{kva}} = 0,80 \cdot \text{KVL}$ $0,001 \cdot 365 \cdot 0,80 \cdot \text{KVL (ajon./vrk)} \text{ mk/km/v.}$	30	150	290	440	580
2. Ajokustannuslisä: $1,3 \text{ p/raskas ajon.}, \text{KVL}_{\text{rsa}} = 0,20 \cdot \text{KVL}$ $0,013 \cdot 365 \cdot 0,20 \cdot \text{KVL (ajon./vrk)} \text{ mk/km/v.}$	100	470	950	1400	1900
3. Päällysteen kunnossapito	250	530	870	1200	1530
4. Kantavan ja jakavan kerroksen kuoleetus ja korko ( $15000 \text{ mk/km}$ ) $0,10 \cdot 15000$	1500	1500	1500	1500	1500
5. Päällysteen kuoleetus ja korko, a · 11050	1670	1880	2200	2730	3870
1.-5. yhteensä mk/km/v.	3550	4530	5810	7270	9380

Taulukko 11. SAVISORAKULUTUSKERROKSEN VERTAILUKUSTANNUKSET

Laskentaliikennemäärä KVL (ajon./vrk)	100	500	1000	1500	2000	
Päällystämismuodon liikennemäärää vastaava vertailuliikennemäärä (saatu muiden päällystämismuodon liikennemäärän keskiarvona)	80	410	850	1250	1700	
1. Ajokustannuslisä: $0,7 \text{ p/kevyt ajon.}, \text{KVL}_{\text{kva}} = 0,80 \cdot \text{KVL}$ $0,007 \cdot 365 \cdot 0,80 \cdot \text{KVL (ajon./vrk)} \text{ mk/km/v.}$	20	1020	2040	3060	4100	
2. Ajokustannuslisä: $3,0 \text{ p/raskas ajon.}, \text{KVL}_{\text{rsa}} = 0,20 \cdot \text{KVL}$ $0,030 \cdot 365 \cdot 0,20 \cdot \text{KVL (ajon./vrk)} \text{ mk/km/v.}$	220	1090	2180	3280	4360	
3. Savisorakulutuserroksen kunnossapito	1100	2060	3250	4470	5670	
4. Pääomakustannukset	0	0	0	0	0	
1.-4. yhteensä mk/km/v.	1340	4170	7470	10810	14130	



# Päällysteen uusimisvälin riippuvuus keskimääräisestä liikennemäärästä



Kuva 15

Routivuuden poistamisesta sekä päällysteen korjaamisesta  
ja parantamisesta aiheutuvien kunnossapito- ja ajokustan-  
nussäästöjen laskentaperusteet

Routivuuden poistamisesta ja päällysteen parantamisesta aiheutuvien kunnossapito- ja ajokustannussäästöjen (taulukko 3) laskentaperusteina on käytetty seuraavia lähteitä tai tutkimuksia:

1. Ohjeet tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi.
2. Ajoanalysointia käyttäen suoritettu tutkimus päällysteen kunnan vaikutuksesta ajokustannuksiin.
3. Ajoanalysointia käyttäen suoritettu tutkimus kelirikon ja pintapehmenemisen vaikutuksesta ajokustannuksiin.
4. Kunnossapitokustannustiedot tarkkailuteilla.

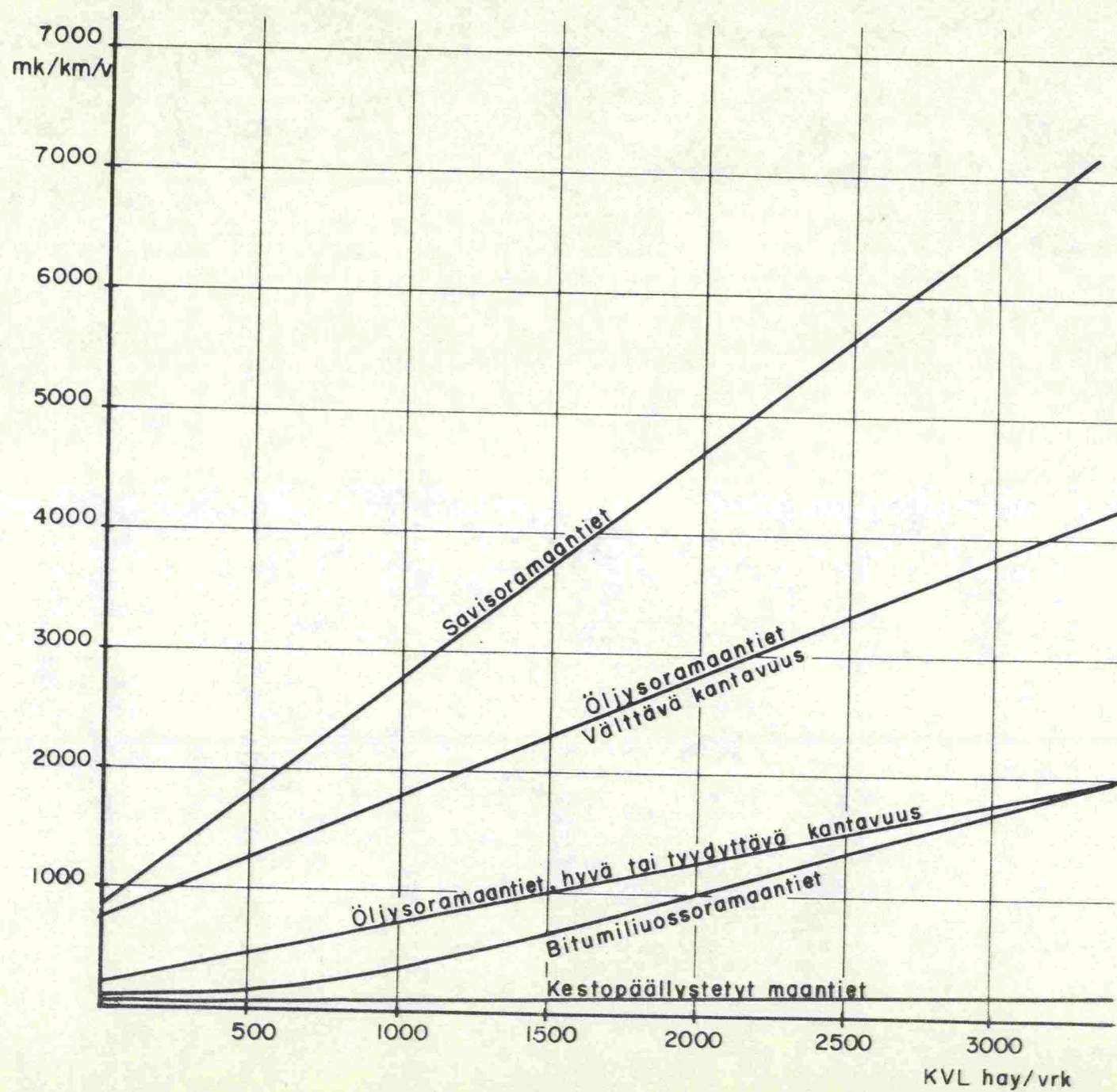
Ajokustannussäästöt on laskettu  $7/6$  poikkileikkauksella ( $m = 20$ ,  $k = 50$ ).

Tutkimuksen 3. mukaan aiheuttaa 3 kk:n routiminen OTS:n mukaisiin vuoden keskimääräisiin ajokustannuksiin seuraavat lisäykset:

Routivuus	Savisoratie	Öljysoratie
pintapehmeneminen	1,0	-
lievästi routiva	2,1	1,2
erittäin routiva	3,5 %	2,4 %

Tutkimuksen 2. mukaan aiheuttaa tienpinnan tai päällysteen heikentynyt kunto seuraavat lisäykset OTS:n mukaisiin ajokustannuk-





Kuva 16.

Kulutuskerroksen kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen

siin tien pinnan paljaana ollessa:

Kulutuserroksen kunto	Kaikki tiet
Hyvä	0
Tyydyttävä	1,5
Välttävä	3
Heikko	5 %

Vanhan tien kunnan on oletettu olevan heikko, jolloin ajokustannukset ovat 5 % OTS:n arvoja suuremmat. Lisäksi on oletettu, että tiet ovat osan talvesta lumen ja jään peitossa niin, että ajokustannukset eivät tänä aikana riipu päällysteestä. Tämän ajan pituudeksi on oletettu liikennemäärällä 100 hay/vrk 3 kk ja liikennemäärällä 3000 hay/vrk 1 kk, väliarvot interpoloiden. Parannettu tie on ajokustannuksia laskettaessa oletettu hyväkuntoiseksi, jolloin em. ajokustannuslisä on 0 %.

Kunnossapitokustannukset ja niistä koituvat säästöt on laskettu samoina laskentavuosina. Kunnossapitokustannuksina on käytetty kuvasta 16 saatuja arvoja. Kun lasketaan 1,5, 10 ja 20 vuoden ajalta kertyvien ajo- ja kunnossapitokustannussäästöjen nykyarvo, havaitaan, että se kasvaa lähes suoraviivaisesti ajan funktiona. Saavutetaan siis riittävä tarkkuus, jos taulukon 3 osoittama keskimääräinen yhden vuoden säästöjen nykyarvo kerrotaan vain vuosien lukumäärällä.

Jos parannettavan tieosan kunto on heikon sijasta välttävä, kerrotaan taulukosta 3 saatu luku kertoimella 0,7.



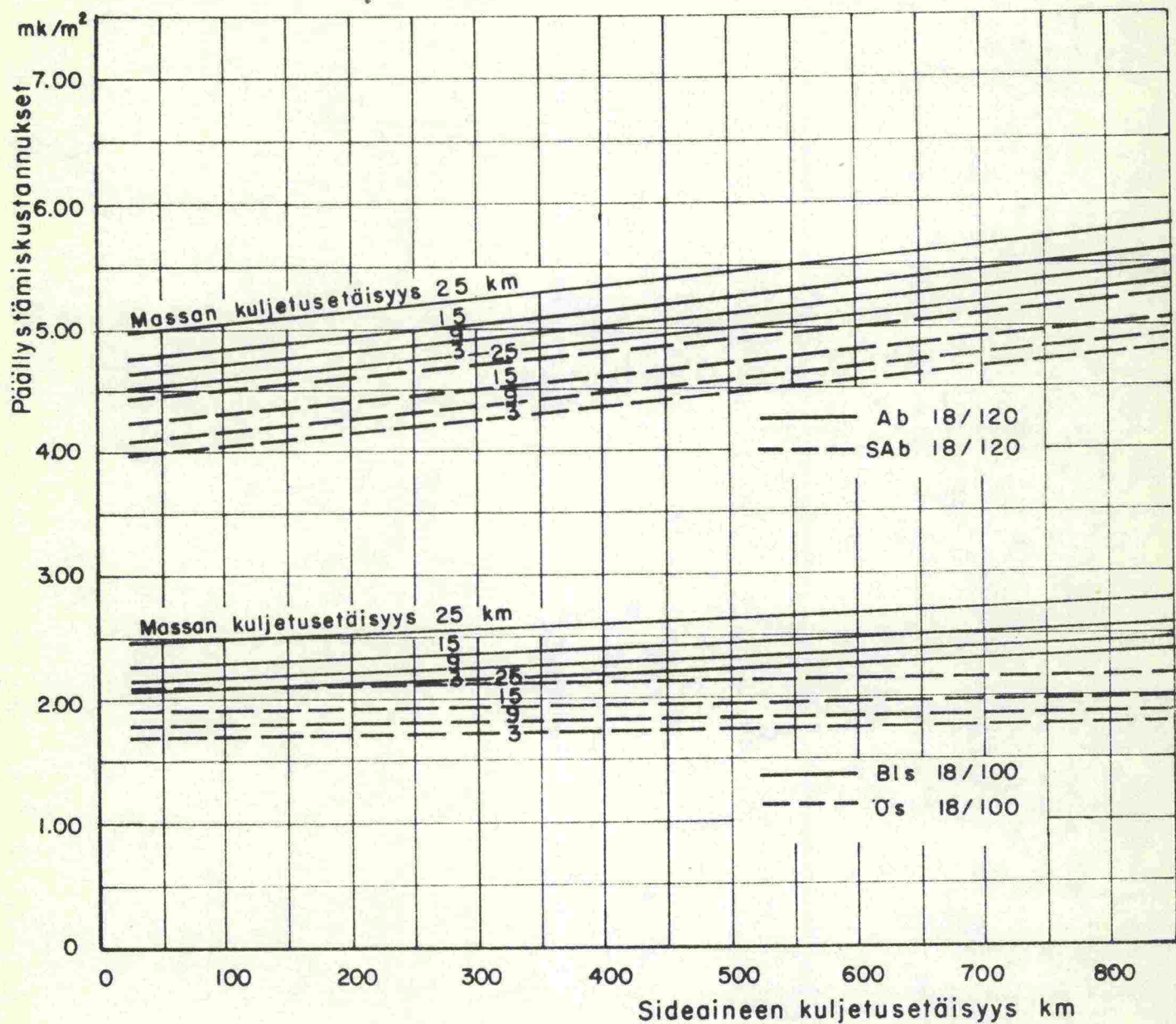
Teiden päällysrakennekerrosten rakentamiskustannustietoja

Kuva 17. Eri päällystetyyppien yksikkökustannusten riippuvuus sideaineen ja massan kuljetusetäisyyksistä.

Kuva 18. Päällysrakennekerrosten rakentamiskustannusten riippuvuus materiaalin kuljetusmatkasta.

Taulukko 12. Päällystämiskustannusten riippuvuus sideaineen ja massan kuljetusetäisyyksistä sekä tien poikkileikkauksesta.

Taulukko 13. Tie- ja vesirakennuspiirien ilmoittamia kustannustietoja tienparannuskohteista.

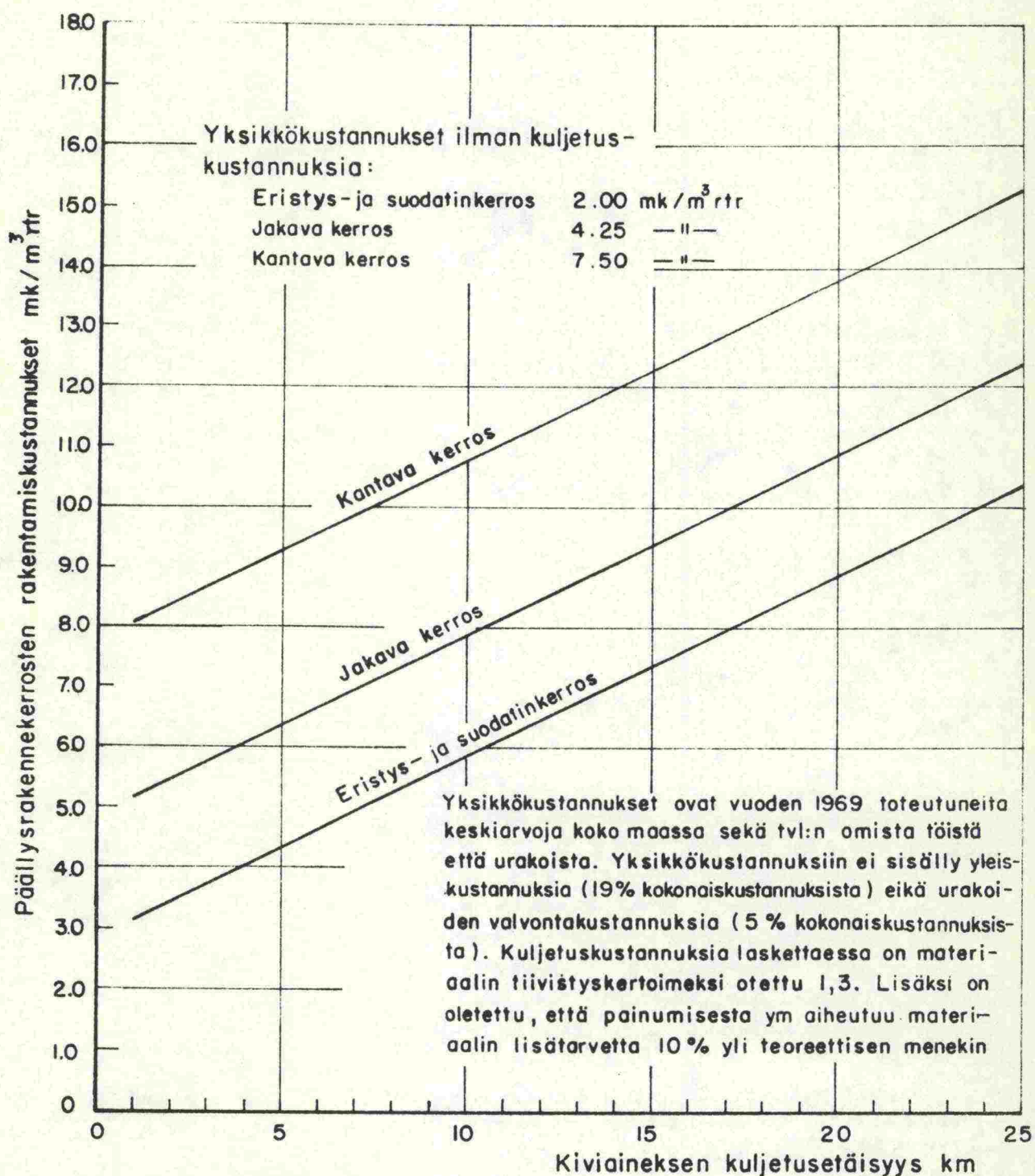


Yksikkökustannuksiin sisältyvät yleiskustannukset, yrittäjävoitto ja valvonta. Jos sideaineen kuljetusmatka on 300 km, ovat yksikkökustannukset ilman massan kuljetuskustannuksia:

Ab	18/120	4.68 mk/m²
SAb	18/120	4.38
Bls	18/100	2.04
Os	18/100	1.64

Kuva 17. Eri päällystetyyppien yksikkökustannusten riippuvuus sideaineen ja massan kuljetusetäisyyksistä (v. 1969 hintataso)





Kuva 18. Päällysrakennekerrosten rakentamiskustannusten riippuvuus materiaalin kuljetusmatkasta



Taulukko 12. PÄÄLLYSTÄMISKUSTANNUSTEN RIIPPUVUUS SIDEAINEEN JA MASSAN KULJETUSETÄISYYKSISTÄ SEKÄ TIEN POIKKILEIKKAUKSESTA (mk/km)

Sideaineen kuljetusetäisyys 70 km												
Massan kulj.et.	3 km				9 km				15 km			
Poikkileikkaus	6	7/6	8/7	10/7	6	7/6	8/7	10/7	6	7/6	8/7	10/7
Ab 18/120	27300	29600	34200	45600	28100	30400	35100	46800	28900	31300	36100	48100
SAb 18/120	24200	26200	30200	40300	24800	26800	31000	41300	25600	27700	32000	42700
Bls 18/100	12600	13600	15800	21000	13100	14200	16400	21900	13700	14800	17100	22800
Ös 18/100	10200	11000	12700	17000	10800	11700	13500	18000	11400	12300	14200	19000

Sideaineen kuljetusetäisyys 550 km												
Massan kulj.et.	3 km				9 km				15 km			
Poikkileikkaus	6	7/6	8/7	10/7	6	7/6	8/7	10/7	6	7/6	8/7	10/7
Ab 18/120	30300	32800	37900	50500	30900	33500	38600	51500	31500	34100	39400	52500
SAb 18/120	27000	29300	33700	45000	27700	30000	34700	46200	28500	30900	35600	47500
Bls 18/100	13600	14700	17000	22700	14200	15400	17800	23700	14800	16000	18500	24700
Ös 18/100	10500	11400	13100	17500	11100	12000	13900	18500	11700	12700	14600	19500

Sideaineen kuljetusetäisyys 900 km												
Massan kulj.et.	3 km				9 km				15 km			
Poikkileikkaus	6	7/6	8/7	10/7	6	7/6	8/7	10/7	6	7/6	8/7	10/7
Ab 18/120	32400	35100	40500	54000	33100	35900	41400	55200	33900	36700	42400	56500
SAb 18/120	29100	31500	36400	48500	29800	32300	37300	49700	30600	33100	38200	51000
Bls 18/100	14300	15500	17900	23800	14900	16100	18600	24800	15500	16800	19300	25800
Ös 18/100	10700	11600	13400	17900	11300	12300	14200	18500	11900	12900	14900	19900

Kustannuksiin sisältyvät yleiskustannukset, yrittäjävoitto ja valvonta.  
Vuoden 1969 hintataso. Taulukko on laadittu kuvan 17. pohjalta.

Taulukko 13. TIE- JA VESIRAKENNUSPIIRIEN ILMOITTAMIA KUSTANNUS-  
TIETOJA PARANNUSKOhteista

Työn suuruus mk/km	Tehost. kp		70000-100000		70000-100000		100000-140000		140000-180000		Yli 180000	
	Ös 12 kpl Bls 1 kpl	%	Ös 4 kpl	%	Kp 6 kpl	%	Kp 6kpl	%	Kp 5kpl	%	Kp 8kpl	%
1. Päällyste	8.900	25,5	11.500	13,2	37.300	45,6	36.900	31,4	45.900	27,5	42.500	17,1
2. Kantava kerros	11.000	31,5	7.300	8,4	14.900	18,2	17.000	14,5	23.700	14,2	21.900	8,8
3. Jakava kerros	4.600	13,2	8.200	9,4	5.100	6,2	7.600	6,5	16.700	10,0	13.900	5,6
4. Routavaurioiden korj.	2.410	6,9	11.600	13,3	5.400	6,6	5.200	4,4	14.320	8,6	41.800	16,8
5. Kuivatus	3.200	9,1	8.300	9,5	2.100	2,6	6.400	5,5	7.100	4,2	16.000	6,4
6. Tien leventäminen	1.200	3,4	14.400	16,6	4.100	5,0	10.900	9,3	11.400	6,8	17.200	6,9
7. Mäkisyyden pienen- täminen	300	0,9	160	0,2	0		2.500	2,1	5.800	3,5	29.600	11,9
8. Tien oikaisu	670	1,9	7.400	8,5	0		230	0,2	1.300	0,8	8.500	3,4
Yhteensä	32.280	92,4	68.860	79,1	68.900	84,2	86.730	73,9	126.220	75,6	191.400	76,9
9. Kaiteet	110	0,3	300	0,3	810	0,9	2.300	2,0	4.800	2,9	5.000	2,0
10. Pysähdys- levähdys- alueet	40	0,1	0		60	0,1	520	0,4	1.850	1,1	1.800	0,7
11. Viimeistely	330	0,9	3.100	3,6	2.200	2,7	3.900	3,3	4.000	2,4	6.800	2,7
12. Yhteiskustannukset	2.200	6,3	14.800	17,0	9.900	12,1	23.900	20,4	30.000	18,0	44.000	17,7
Loppusumma mk/km	34.960	100,0	87.060	100,0	81.870	100,0	117.330	100,0	166.870	100,0	249.000	100,0

Kustannustiedot perustuvat jälkilaskentaan vv. 1966-69 toteutetuilta kohteilta. Kustannukset ovat eri työmaiden keskiarvoja.



Tien leventämisestä sekä mäkisyyden ja kaarteisuuden pienentämisestä aiheutuvat ajokustannussäästöt

Ajokustannussäästöt (p/ajon. \* km) v. 1970 ilmenevät kuvasta 19.

Ajokustannussäästöjen nykyarvot (1000 mk/1000 ajon. km) v.1970 ilmenevät taulukoista 14, 15 ja 16 tai kuvista 20 ja 21. Säästöt on laskettu OTS:n mukaan ajanjaksolta 1970-90. Säästöjen nykyarvot on laskettu v:lle 1970 käyttäen 7.5 % korkokantaa. Nykyarvoja laskettaessa on otettu lähtökohdaksi liikennemäärä  $KVL_{70} = 1000$  ajon. ( $K_{va}/r_{sa} = 80/20$ ) sekä ajokustannusarvoiksi v. 1970 arvot. Liikenteen kasvukertoimiksi on otettu koko maan keskimääräiset arvot  $k_{kva}, 1970-90 = 2.43$  ja  $k_{rsa}, 1970-90 = 1.60$ .

Taulukko 14. Tien leventämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo (1000 mk/1000 ajon./km) v. 1970

Tavoite Lähtökohta	6 m	7 m	8 m	10 m
6 m	0	32.1	62.3	95.2
7 m		0	23.2	71.9
8 m			0	39.8
10 m				0

Taulukko 15. Mäkisyyden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo (1000 mk/1000 ajon./km) v.1970

Tavoite Lähtökohta	6 m/km	40 m/km	20 m/km	0 m/km
60 m/km	0	198.0	345.0	376.0
40 m/km		0	147.0	188.0
20 m/km			0	34.0

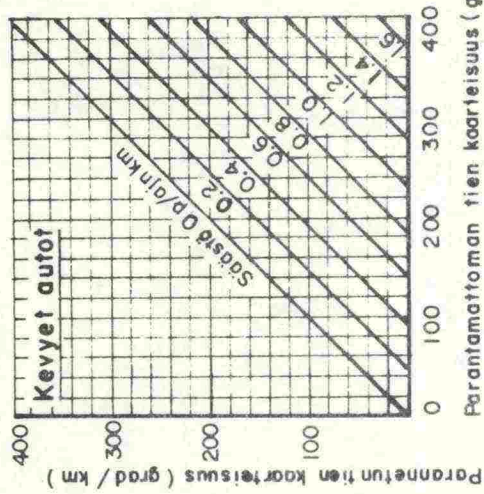
Taulukko 16. Kaarteisuuden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo (1000 mk/1000 ajon./km) v. 1970.

Tavoite Lähtökohta	200 grad/km	100 grad/km	0 grad/km
300 grad/km	23.0	54.0	83.0
200 "	0	27.0	59.0
100 "		0	29.0
50 "			14.5

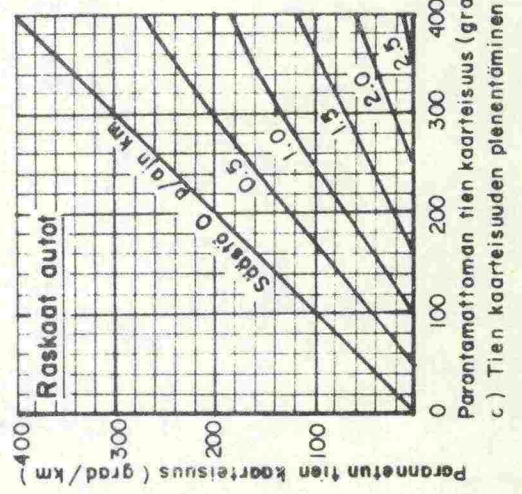
Esimerkki: Nykyinen tie, jonka leveys on 6 m, mäkisyys 32 m/km ja kaarteisuus 280 grad/km parannetaan siten, että sen leveydeksi tulee 8 m ( 8/7), mäkisyydeksi 15 m/km ja kaarteisuudeksi 75 grad/km. Kun tien liikennemäärä on  $KVL_{70} = 2500$  ajon., saadaan säästöiksi:

$$2500/1000(S_{lev} + S_{mak} + S_{kaart}) = 155750 + 200000 + 137500 = 493250 \text{ mk/km}$$

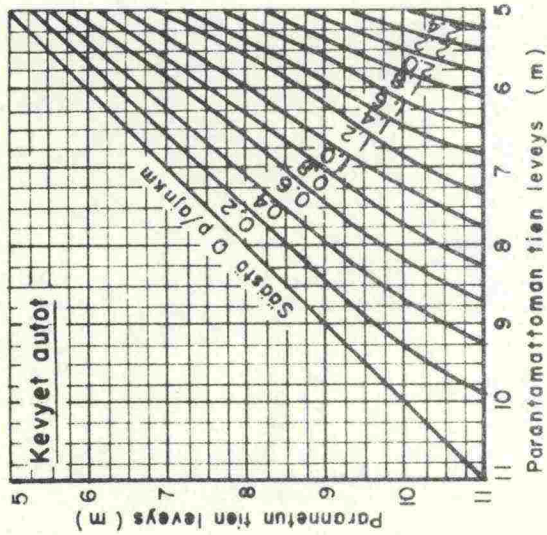




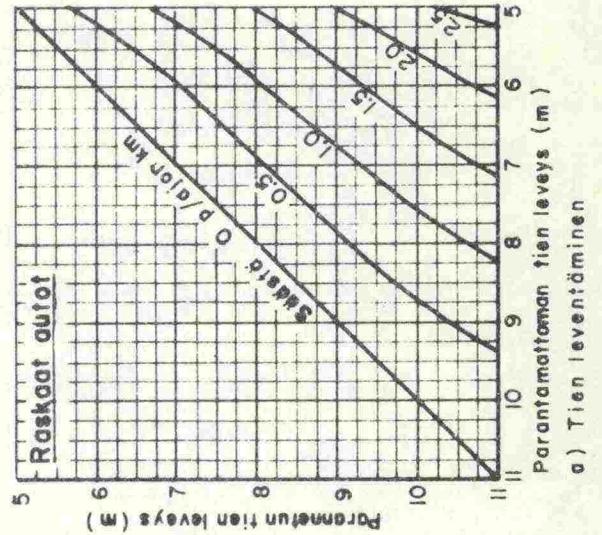
Parantamattoman tien kaarteisuus (grad/km)



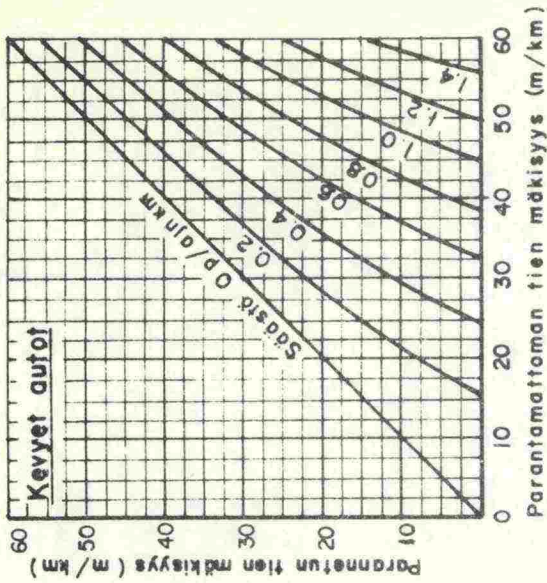
c) Tien kaarteisuuden pienentäminen



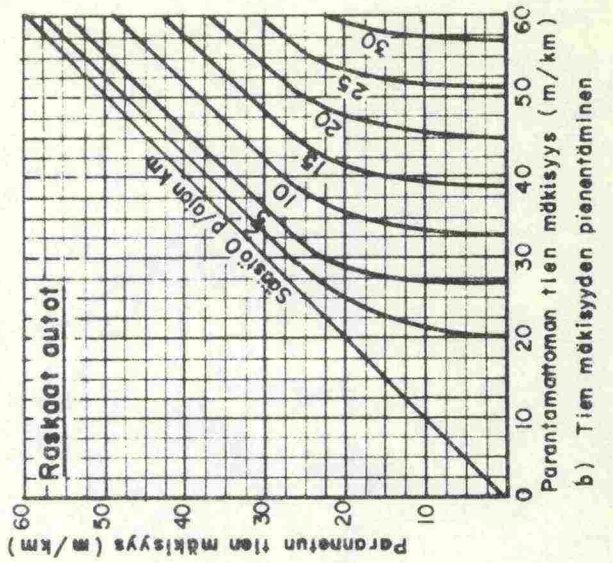
Parantamattoman tien leveys (m)



a) Tien leventäminen



Parantamattoman tien määkyys (m/km)



b) Tien määkyys pienentäminen



Kuva 20. Kaarteisuuden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannus-  
säästöjen nykyarvo ( 1000mk / 1000 ajn / km ).

Säästöt laskettu 20 vuoden ajalta nykyhetkeen (1970) diskon-  
tattuina.

$$KVL_{70} = 1000 \text{ ajn} \quad (K_{va} / r_{sa} = 80 / 20)$$

$$k_{kva, 1970-90} = 2.43; \quad k_{rsa, 1970-90} = 1.60$$

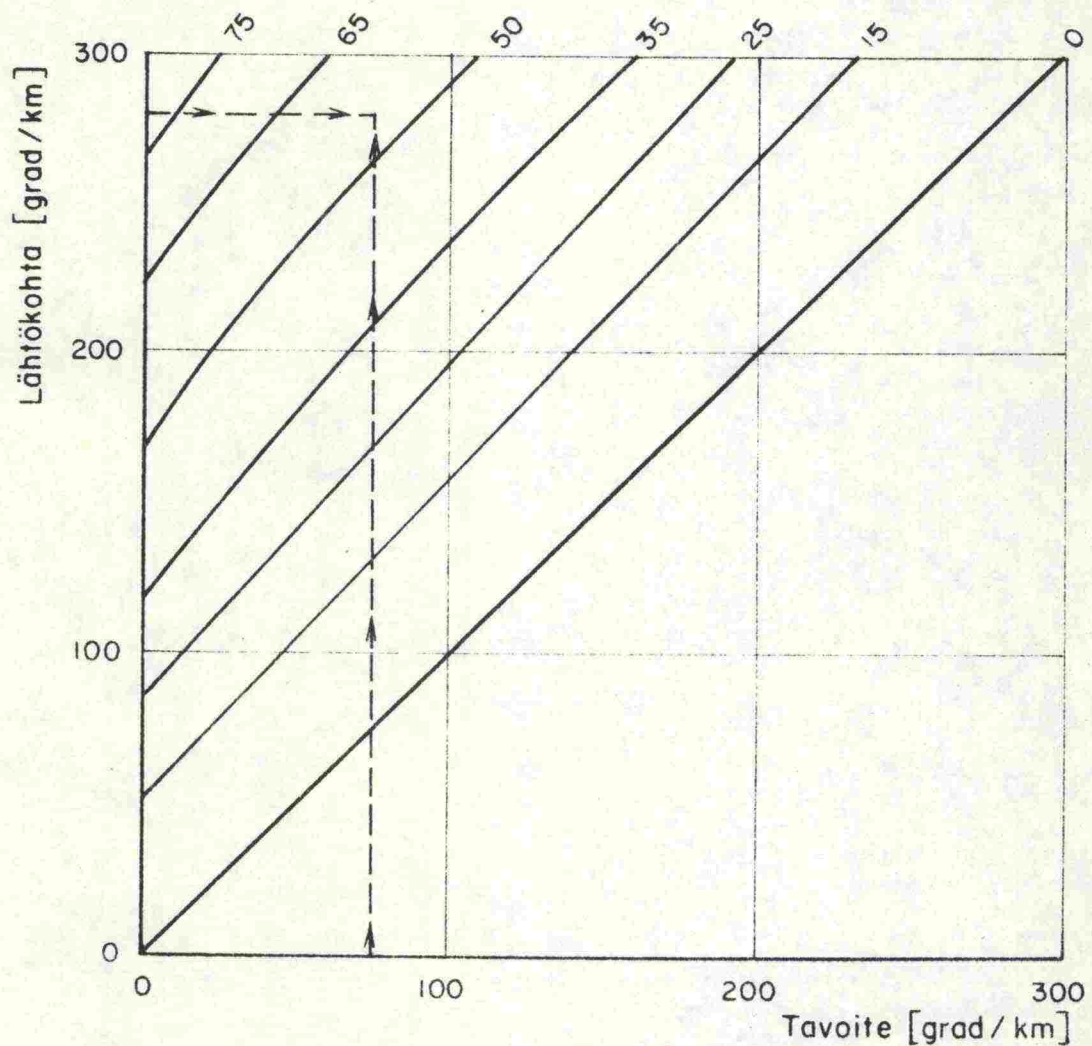
Esimerkki:

Lähtökohta 280 grad / km

Tavoite 75 grad / km

Liikenne  $KVL_{70} = 2500 \text{ ajn}$

Säästö  $2 \cdot 50 \cdot 55000 \text{ mk / km}$





Kuva 21. Mäkisyyden pienentämisestä aiheutuvien ajokustannussäästöjen nykyarvo ( 1000 mk/1000aj / km ).

Säästöt laskettu 20 vuoden ajalta nykyhetkeen ( 1970 ) diskontattuina

$$KVL_{70} = 1000 \text{ ajn} \quad (K_{va}/r_{sa} = 80/20)$$

$$k_{kva, 1970-90} = 2.43; \quad k_{rsa, 1970-90} = 1.60$$

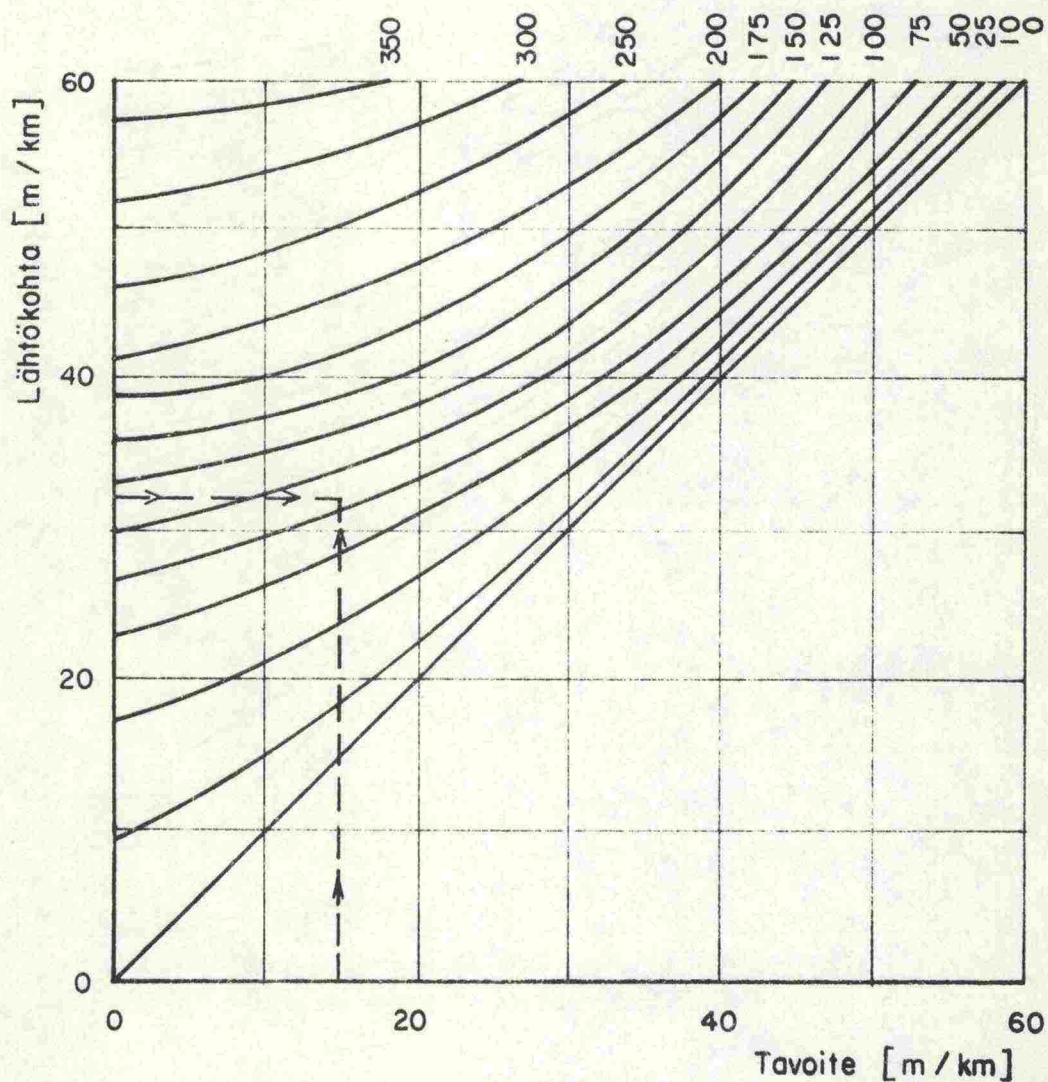
Esimerkki

Lähtökohta 32 m/km

Tavoite 15 m/km

Liikenne  $KVL_{70} = 2500 \text{ ajn}$

Säästö  $2 \cdot 50 \cdot 80000 \text{ mk/km}$



Parantamishankkeiden ja -toimenpiteiden valintamenettely

Parantamishankkeiden ja näille suoritettavien toimenpiteiden valinta suoritetaan tarkastelemalla samanaikaisesti kaikkia tarjolla olevia tiehankkeita. Tarkastelu suoritetaan keskiteysti tie- ja vesirakennuspiiriä tai koko maata koskevana. Vanhojen teiden parantamishankkeita voidaan käsitellä myös omana ryhmänään.

Hankkeiden ja niitä koskevien vaihtoehtojen valintaa suoritettassa otetaan huomioon:

1. kaikkien tarjolla olevien hankkeiden eri vaihtoehtojen kannattavuudet
2. kaikkien tarjolla olevien hankkeiden eri vaihtoehtojen toteuttamiskustannukset
3. käytettävissä olevat määrärahat
4. ne valintaan vaikuttavat seikat (työllisyys, ympäristön-suojelu, tiestön parantamisesta aiheutuvan hyödyn tasa-puolinen jakautuminen yms.), joita ei ole voitu ottaa huomioon taloudellisissa laskelmissa.

Valinta suoritetaan kaksivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa muodostetaan käytettävissä olevien määrärahojen puitteissa sellainen hankeyhdistelmä (kutakin hanketta edustaa yksi vaihtoehto), josta saatava hyöty liikennetaloudellisiin laskelmin määriteltynä on suurin mahdollinen. Toisessa vaiheessa otetaan huomioon liikennetaloudellisiin laskelmiin sisällymättömät tekijät ja tehdään näiden mahdollisesti aiheuttamat muutokset hankeyhdistelmään ja hankkeita edustaviin vaihtoehtoihin. Tällä kaksiosaisella menettelyllä pyritään valitsemaan toteutettaviksi yhteiskunnan kannalta edullisimmat hank-



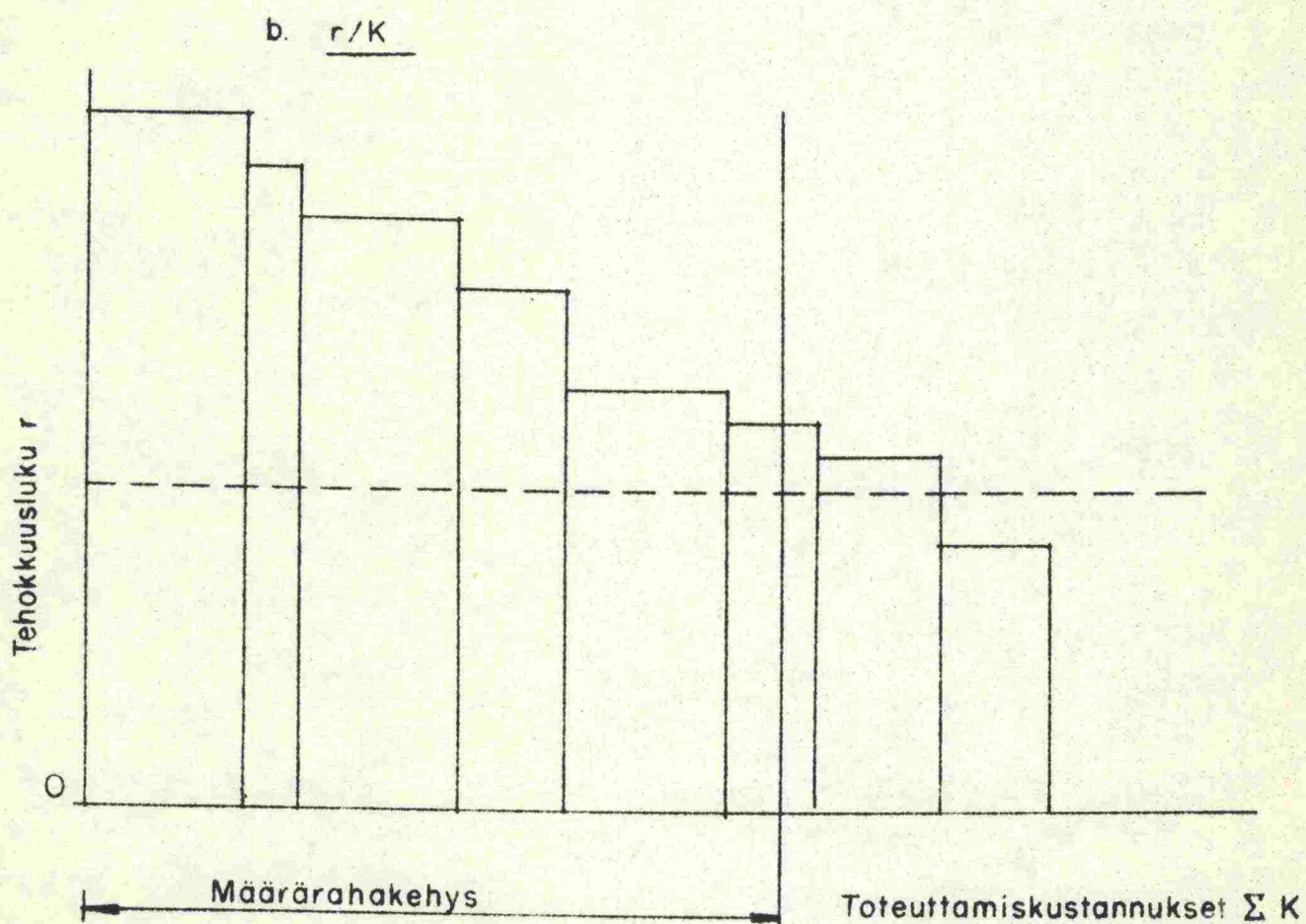
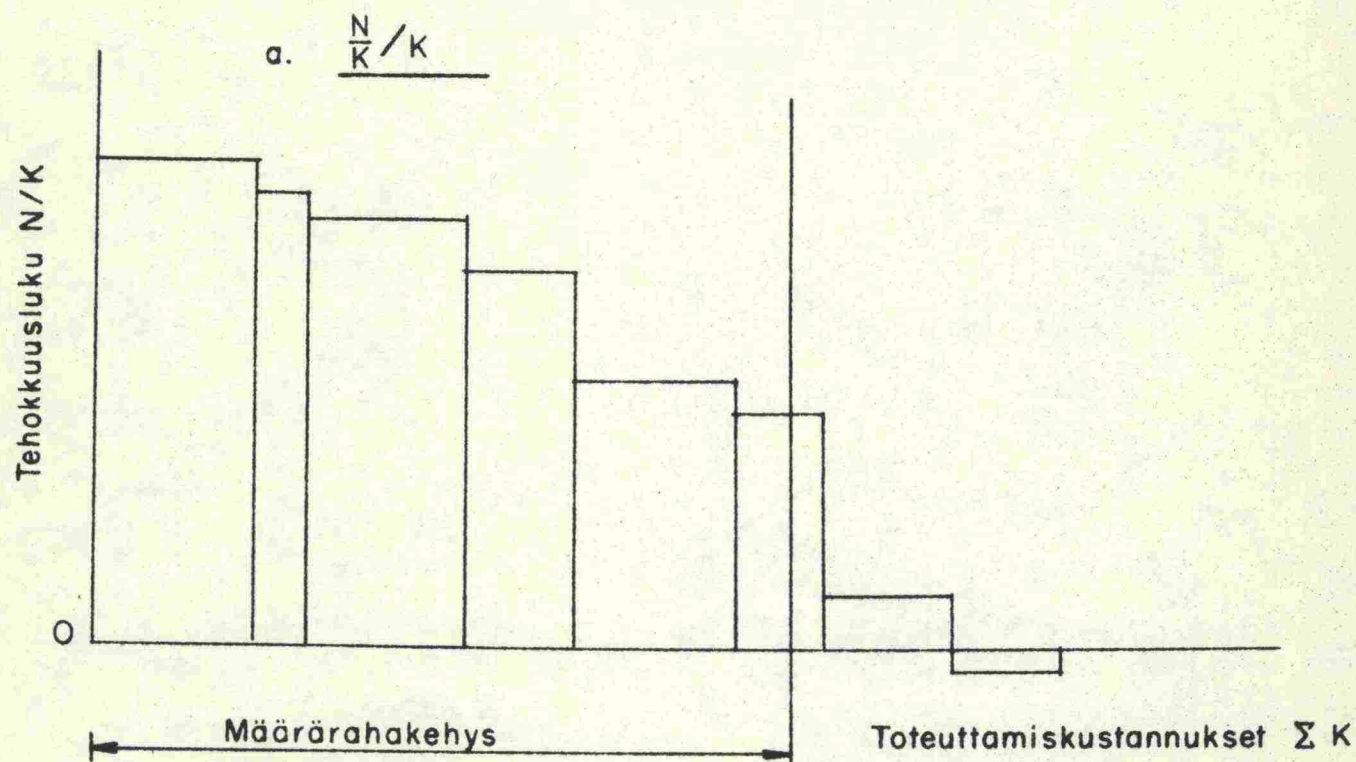
keet ja näiden vaihtoehdot.

Menettely yksityiskohdittain on seuraava:

Vaihe 1

1. Määritetään kunkin hankkeen vaihtoehdoille tehokkuusluvut, joina voidaan käyttää joko suhdelukua nykyarvo/toteuttamiskustannukset ( $= N/K$ ) tai sisäistä korkoa ( $= r$ ).
2. Valitaan jokaisesta hankkeesta se vaihtoehto, jonka tehokkuusluku on suurin ja asetetaan hankkeet ko. tehokkuuslukujen suuruuden mukaiseen järjestykseen. Merkitään viereen vastaavat toteuttamiskustannukset sekä niiden kumulatiiviset summat (taulukko ). Lisäksi merkitään taulukkoon kunkin hankkeen muut vaihtoehdot tehokkuusluvun suuruuden mukaisessa järjestyksessä sekä näiden toteuttamiskustannukset.
3. Valitaan alkupäästä ne hankkeet, jotka voitaisiin toteuttaa määrärahakehyksen puitteissa.
4. Määritetään valittujen hankkeiden nykyarvo ja summa. Voidaan menetellä myös siten, että piirretään porraskuvio koordinaatistoon, jossa vaaka-akselilla on toteuttamiskustannukset ja pystyakselilla tehokkuusluku (joko nykyarvo/toteuttamiskustannukset tai sisäinen korko). Tällöin porraskuvion pinta-ala osoittaa nykyarvojen summaa tai (hankeyhdistelmän absoluuttista tuottoa, mikäli tehokkuuslukuna käytetään sisäistä korkoa). Ks. kuva 22.
5. Tarkistetaan voitaisiinko nykyarvoa tai absoluuttista tuottoa suurentaa korvaamalla jokin vaihtoehto tai hanke yhdistelmään sisältymättömällä vaihtoehdolla tai hankkeella.
6. Kokeilujen jälkeen päädytään yhdistelmään, jonka nykyarvo tai absoluuttinen tuotto on suurin mahdollinen käytettävissä olevan määrärahakehyksen puitteissa.

Kuva 22. Investoinnin tehokkuusluku - toteuttamiskustannus-  
kuvio





Taulukko 17. Tiehankkeiden ja näiden vaihtoehtojen paremmuusjärjestys  
tehokkuusluvun suuruuden mukaan.

Hanke	Vaihtoehto	Teh.luku		Tot.kust		Kumul. tot. kust.	Vaihtoehto	Teh.luku		Tot.kust		Vaihtoehto	Teh.luku		Tot.kust.	
		N/K	r	100.000 mk	100.000 mk			N/K	r				N/K	r		
H1.	V <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	r <sub>1</sub>				V <sub>2</sub>					V <sub>3</sub>				
H2.	V <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>				V <sub>2</sub>					V <sub>3</sub>				

## Vaihe II

1. Tarkistetaan onko ohjelmaan sisältyvät vaihtoehtojen tai hankkeiden joukossa sellaisia, jotka ovat taloudellisiin laskelmiin sisältyvät tekijäin suhteen huomattavasti edullisempia kuin ohjelmaan sisällytetyt vaihtoehdot tai hankkeet. Jos näin on asianlaita menetellään seuraavasti:
2. a) Kun on kysymyksessä hanke, jonka vaihtoehto sisältyy jo yhdistelmään, vertaillaan kilpailevien vaihtoehtojen nykyarvojen (tai absoluuttisten tuottojen = toteuttamiskustannukset x sisäinen korko), toteuttamiskustannusten ja taloudellisiin laskelmiin sisältyvät tekijäin eroja keskenään ja tehdään valinta.  
b) Kun on kysymyksessä hanke, joka ei sisälly yhdistelmään valitaan vertailukohteeksi yhdistelmään sisältyvä yleensä tehokkuusluvultaan pienin hanke, ja suoritetaan vertailu samoin kuin kohdassa 2a, sekä tehdään valinta.
3. Mikäli tällainen taloudellisiin laskelmiin sisältyvät tekijöiden suhteen edullisempi vaihtoehto tai hanke valitaan sisällytetään se yhdistelmään. Samalla yhdistelmästä poistetaan kilpaileva vaihtoehto tai kilpaileva hanke (tai useampiakin hankkeita).
4. Jatketaan menettelyä kunnes kaikki ne vaihtoehdot tai hankkeet, joilla taloudellisiin laskelmiin sisältyvät tekijät ovat huomattavasti edullisimpia kuin ohjelmaan sisältyvillä on käsitelty.

Vaiheessa II suoritettava tarkastelu tapahtuu luonnollisesti määräraha-kehysten puitteissa. Hankkeiden ja vaihtoehtojen toteuttamiskustannusten eroista johtuen saattaa toteutettavien hankkeiden lukumäärään tulla muutoksia vaiheessa II.



Esimerkki parantamistoimenpiteiden  
valinnasta inventointipiirroksineen

## Rajoja - Paijala maantien parantaminen

### Parantamistoimenpiteen valinta

#### 1 Lähtötiedot

Rajoja - Paijala maantie kuuluu asemansa ja liikenteen luonteen mukaan ryhmään "muut maantiet", jollaisena tietä käsitellään tavoitteita ja vaatimuksia asetettaessa. Tien teknillisiä ominaisuuksia ja liikennettä koskevat tiedot on esitetty inventointipiirroksessa ja kartassa jäljempänä.

#### 2 Tavoitteet

##### 2.1 Palvelutasotavoite

Kohdan 2.21 mukaan on po. tiellä pidettävä palvelutasotavoitteena palvelutasoa D ja keskimääräisen tienopeuden minimiarvona 65 km/h. Ohjevuoden 1990 liikennemäärien mukaan on eri tieosille asetettava seuraavat poikkileikkaus-, tienopeus- ja näkemäprosenttitavoitteet:

- km-väli 0.00 - 2.90

poikkileikkaus  $\geq 6$  m

näkemäprosentti  $\geq 0$  %

tienopeus = 65 km/h

Nykyisellä tiellä poikkileikkaus on 6.6 m, näkemäprosentti = 2 ja tienopeus 63 km/h.

- km-väli 2.70 - 7.80

poikkileikkaus  $\geq 7$  m

näkemäprosentti  $\geq 5$  %

tienopeus = 65 km/h

Nykyisellä tiellä poikkileikkaus on 7.0 m, näkemäprosentti = 8 % ja tienopeus 64 km/h.

- km-väli 7.80 - 11.90



poikkileikkaus	7 m	tai	8 m
näkemäprosentti	8 %	"	7 %
tienopeus	70 km/h	"	69 km/h

Nykyisen tien poikkileikkaus on 7.0 - 7.4 m, näkemäprosentti = 7 ja tienopeus 66 km/h.

- km-väli 11.70 - 12.50

poikkileikkaus	8 m	tai	10 m
näkemäprosentti	20 %	"	10 %
tienopeus	80 km/h	"	76 km/h

Nykyisen tien poikkileikkaus on 7.4 m, näkemäprosentti noin 0 ja tienopeus 76 km/h.

## 2.2 Päällyste

Kuvan 2 mukaan valitaan alustavasti päällystetyypeiksi Ös ja SAb. Öljysoran käyttö tulee kysymykseen km-välille 0.00 - 7.80.

Luonnollisin päällytetyypin rajapiste on Nahkelan kylän nopeusrajoituksen alkupiste noin km-lukemalla 7.20.

## 2.3 Kantavuusvaatimus

Kuormituskertaluvut

Investointiaika km-väli	10 v.	20 v.
0.00 - 2.90	$1.20 \times 10^5$	$2.39 \times 10^5$
2.90 - 7.80	$1.78 \times 10^5$	$3.75 \times 10^5$
7.80 - 11.90	$6.55 \times 10^5$	$13.81 \times 10^5$
11.90 - 12.50	$12.34 \times 10^5$	$26.02 \times 10^5$

Kohdan 2.23 mukaan on kantavuusvaatimus sitomattoman kantavan kerroksen päältä mitattuna investointiajan

ollessa 10 v. km-välillä 0.00 - 7.80  $E_2 = 1500 \text{ kp/cm}^2$  ja km-välillä 7.80 - 12.50  $E_2 = 1750 \text{ kp/cm}^2$ . Aivan tien alkuosalla on 10 v. kuormituskertaluku  $2.26 \times 10^5$  vastaavan luvun 20 v. aikana ollessa  $4.47 \times 10^5$ . Edellä mainitun lisänäkökohdan huomioonottaen on investointiajanjakson ollessa 20 v. kantavuusvaatimuksena pidettävä  $E_2$  arvoa  $1750 \text{ kp/cm}^2$  koko parannettavalla tieosalla.

### 3. Parantamisvaihtoehdot

Parannettavan tien kantavuus ja routivuus voidaan todeta vaihteleviksi. Tien geometria lähes täyttää palvelutasovaatimukset km-välillä 0.00 - 7.80 tienopeuden ollessa vain 1-2 yksikköä alle tavoitenopeuden. Tien loppuosalla nykyinen geometria täyttäneen liikenne-enusteen mukaan palvelutason D vaatimuksen 70-luvun loppupuolelle saakka. Keskimäärin ottaen voidaan tien rakennetta ja geometriaa pitää tyydyttävänä. Taulukon 1 mukaan voidaan sopivana parannustoimenpiteenä pitää tien parantamista pääasiassa nykyiselle paikalleen. Tiestä noin 20-30 % tullee uudelleen rakennettavaksi loppuosan parannustoimenpiteiden kohdistuessa pääasiassa rakenteeseen.

#### 3.1 Rakennetta koskevat parantamisvaihtoehdot

Tien rakennetta koskevin parantamisvaihtoehtoina tulee kysymykseen investointi 10 v. tai 20 v. ajanjaksoille nykyisen Ös-päällysteen osuudella. Kannattavuuslaskelmissa otetaan huomioon todennäköisten kannattavimpien päällystetyyppien Ös ja SAB lisäksi myös Bls. Nykyisellä kestopäällysteosuudella tulee kysymykseen kantavuus-



den parantaminen joko sidotulla tai sitomattomalla kiviaineksella. Kaikkiin vaihtoehtoihin sisällytetään routauriohaittojen ja kuivatuksen edellyttämät korjaustoimenpiteet.

### 3.2 Geometriaa koskevat parantamisvaihtoehdot

Tien leventäminen tulee kysymykseen km-välillä 7.80 - 12.50 palvelutasotavoitteiden edellyttämällä tavalla. Tienopeuden parantamisen kannalta tärkeimpiä parannuskohteita ovat tien kuudes, kahdeksas ja kymmenes kilometri. Kaarteisuuden mukaan suositeltavaa raja-arvoa  $R = 140$  m pienisäteisempiä kaarteita parannettavalla tieosalla on viisi kappaletta, joista neljä sijaitsee edellä mainituilla alueilla. Vaihtoehtoisina ratkaisuihin tien geometrian kohentamiseksi tulevat kysymykseen

1. pienisäteisten kaarteiden ja näkemäesteiden poistaminen minimitoimenpitein,
2. muilla alueilla suoritettujen minimitoimenpiteiden lisäksi suurisuuntaisemmat oikaisut kuudennen, kahdeksannen ja kymmenennen kilometrin alueilla.

Vaihtoehtoiset ratkaisut on esitetty liitteenä olevassa 1:10000 kartassa.

## 4. Vaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu

### 4.1 Tien rakennetta koskevien vaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu

Tarkastelu suoritetaan nykyisen Ös-päällysteen osalta kolmessa, liikennemäärien muutoksia vastaavissa osissa km-väleille 0.00 - 2.90, 2.90 - 7.80 ja 7.80 - 8.50.

Tarkastelu suoritetaan alustavasti kohdan 2.41 mukaan

Km-väli:  $0.00 - 2.90 = 2,9$  km.

Vahvistuskustannukset suoritettun laskelman mukaan

invest.aika 10 v. 45000 mk/km  
 " 20 v. 48000 "

Päällyste	invest. 1970			invest. 1980		
	ikä v.	Z/10 v.	Z/20 v.	ikä v.	Z/10 v.	Z/20 v.
Ös	7.4	1.16	1.58	5.7	1.37	1.91
Bls	5.4	1.43	1.99	4.8	1.55	2.17
SAb	8.2	1.09	1.46	8.0	1.11	1.50

Invest.aika ja kesto	Päällyste	Säästöt pääll. kestoaj. mk/km	Pääll. kust. mk/km	Erotus mk/km	Z	Kannattaa invest. mk/km
1970/10	Ös	26000	13000	13000	1.16	15000
	Bls	21000	20000	1000	1.43	1400
	SAb	33000	33000	0	1.09	-
1970/20	Ös	26000	13000	13000	1.58	20500
	Bls	21000	20000	1000	1.99	2000
	SAb	33000	33000	0	1.46	-
1980/10	Ös	39000	13000	26000	1.37	35500
	Bls	35000	20000	15000	1.55	23000
	SAb	62000	33000	29000	1.11	32000
1980/20	Ös	39000	13000	26000	1.91	50000
	Bls	35000	20000	15000	2.17	32500
	SAb	62000	33000	29000	1.50	43500

Vain tien parantaminen Ös-päällysteiseksi tieksi n. v.1979-1980 on toteutuskelpoinen vaihtoehto. Investointiaika = 20 v. edellyttää rakenteen parantamista kantavuuteen  $E_2 = 1750 \text{ kp/cm}^2$ .



Km-väli:  $2.90 - 7.80 = 4.9$  km

Vahvistamiskustannukset

investointiaika 10 v.      25000 mk/km  
 "                      20 v.      31000 "

Pääl- lyste	Invest. 1970			Invest. 1980		
	ikä v.	Z/10 v.	Z/20 v.	ikä v.	Z/10 v.	Z/20 v.
Ös	6.5	1.26	1.73	4.4	1.66	2.34
Bls	5.2	1.46	2.04	4.4	1.66	2.34
SAb	8.1	1.10	1.49	7.8	1.13	1.53

Invest.aika ja kesto	Pääl- lyste	Säästöt pääll. kestoaj. mk/km	Pääll. kust. mk/km	Erotus mk/km	Z	Kannattaa invest. mk/km
1970/10	Ös	28000	13000	15000	1.26	19000
	Bls	25000	20000	5000	1.46	7300
	SAb	42000	33000	9000	1.10	10000
1970/20	Ös	28000	13000	15000	1.73	26000
	Bls	25000	20000	5000	2.04	10200
	SAb	42000	33000	9000	1.49	13500
1980/10	Ös	33000	13000	20000	1.66	33000
	Bls	37000	20000	17000	1.66	28000
	SAb	70000	33000	37000	1.13	42000
1980/20	Ös	33000	13000	20000	2.34	47000
	Bls	37000	20000	17000	2.34	40000
	SAb	70000	33000	37000	1.53	56500

Kaikki vaihtoehdot ovat toteuttamiskelpoisia 1970-luvun loppupuolella.

Km-väli: 7.80 - 8.50 = 0.7 km

Vahvistuskustannukset

investointiaika 10 v. 25000 mk/km

" 20 v. 31000 "

Päällyste	Invest. 1970			Invest. 1980		
	ikä v.	Z/10 v.	Z/20 v.	ikä v.	Z/10 v.	Z/20 v.
Ös	4.7	1.58	2.21	1.4	-	-
Bls	4.5	1.63	2.29	3.3	2.08	2.97
SAb	7.8	1.13	1.53	7.4	1.16	1.58

Invest.aika ja kesto	Päällyste	Säästöt pääll. kestoaj. mk/km	Pääll. kust. mk/km	Erotus mk/km	Z	Kannattaa invest. mk/km
1970/10	Ös	46000	13000	33000	1.58	52000
	Bls	48000	20000	28000	1.63	45500
	SAb	87000	33000	54000	1.13	61000
1970/20	Ös	46000	13000	33000	2.21	73000
	Bls	48000	20000	28000	2.29	64000
	SAb	87000	33000	54000	1.53	82500
1980/10	Ös	25000	13000	12000	-	-
	Bls	64000	20000	44000	2.08	91000
	SAb	150000	33000	117000	1.16	136000
1980/20	Ös	25000	13000	12000	-	-
	Bls	64000	20000	44000	2.97	131000
	SAb	150000	33000	117000	1.58	185000

Kaikki vaihtoehdot ovat toteuttamiskelpoisia 1970-luvun alku-puolella. 1970 lopulla sensijaan öljysoran käyttö tulee kyseenalaiseksi. Kannattavin päällyste on SAb.

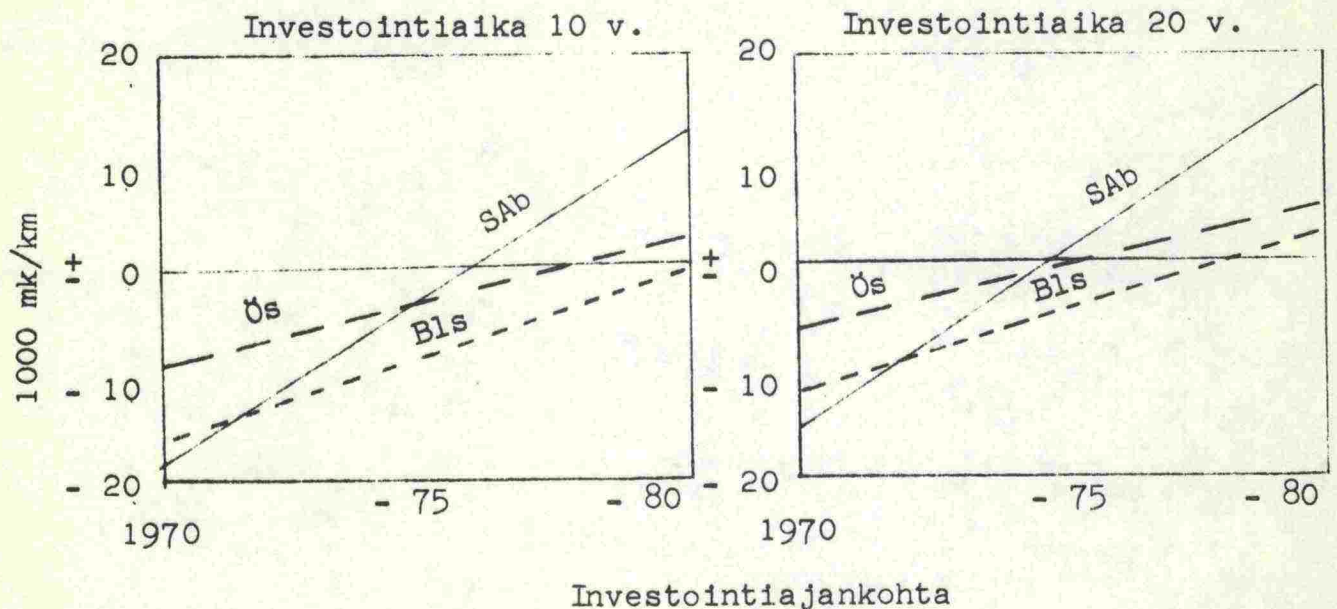
Nykyarvo

Taloudellisesti kannattavan ajankohdan ja toteuttamistavan määräämiseksi lasketaan nykyarvo. Nykyarvo määrätään km-välille 0.00 - 8.50 eli nykyiselle Ös-päällysteosuudelle vaihtoehdoittain.



$$N = (S_{ak} + S_{kpk}) - (K_p + K_v/Z) = S - K_p - K_v/Z$$

Investointi- vuosi ja kesto	Pääl- lyste	S mk/km	K <sub>p</sub> mk/km	K <sub>v</sub> mk/km	Z	N mk/km
1970/10	Ös	28700	13000	31700	1.26	- 9500
	Bls	25500	20000	31700	1.46	-16300
	SAb	42600	33000	31700	1.10	-19200
1970/20	Ös	28700	13000	36800	1.73	- 5500
	Bls	25500	20000	36800	2.04	-12500
	SAb	42600	33000	36800	1.49	-15100
1980/10	Ös	34300	13000	31700	1.66	2200
	Bls	38500	20000	31700	1.66	-600
	SAb	73800	33000	31700	1.13	12700
1980/20	Ös	34300	13000	36800	2.34	5600
	Bls	38500	20000	36800	2.34	2800
	SAb	73800	33000	36800	1.53	16800



Kuvioiden mukaan kannattavin investointiajanjakso on 20 v. Investointi on kannattava v. 1975 tai sen jälkeen päällysteenä Ös tai SAb. Vuonna 1975 Ös ja SAb ovat tasavertaiset. Mikäli investointi siirtyy myöhäisemmäksi, on SAb edullisempi. Valitaan jatkokäsittelyyn tien alkuosalle 0.00 - 7.20 päällystetyypiksi Ös ja loppuosalle SAb. Mikäli kannattava investointiajankkohta ja investointi siirtyy yli v:n 1975, on alkuosan päällystevalinta

tarkistettava.

- km-välillä 8.50 - 12.50 eli 4,0 km matkalla on nykyisellä tiellä päällysteenä SAb. Tieosan kantavuus on heikohko, kuivatusta voidaan pitää hyvänä ja noin 0,7 km lukuunottamatta ei tieosalla ole esiintynyt routavaurioita. Rakenteen parantamistoimenpiteitä tulee kysymykseen routavaurioalueiden korjaaminen ja kantavuuden parantaminen vaihtoehtoisesti:

1. 10 cm sitomattomalla kantavalla kerroksella, päällyste tehdään välittömästi
2. 5 cm sidotulla kerroksella, päällyste tehdään välittömästi
3. 5 cm sidotulla kerroksella vaiheittain niin, että varsinainen päällyste rakennetaan vasta noin viiden vuoden kuluttua vahvistustoimenpiteestä.

Vaihtoehtojen toteuttamiskustannusten nykyarvot investointivuonna (mk):

Vaihtoehto	Vahvistuskustannusten nykyarvo	Päällystyskustannusten nykyarvo	Kokonaiskustannusten nykyarvo
1	20000	37000	57000
2	37000	37000	74000
3	37000	26000	63000

Kokonaiskustannuksiltaan edullisin on vaihtoehto 1. Ohuen sitomattoman kerroksen rakentamista nykyisen kestopäällysteen päälle on pidettävä kuitenkin teknisesti huonona ratkaisuna. Tästä syystä valitaan rakenteen parantamistoimenpiteeksi seuraavaksi taloudellisin, vaiheittain toteutettava vaihtoehto 3. Toimenpiteen toteuttaminen on tarkoituksenmukaista nykyisen päällysteen uusimisen tullessa ajankohtaiseksi.



- 4.2 Tien geometriaa koskevien vaihtoehtojen tarkastelu  
Seuraavassa tarkastellaan geometrian parantamistoimen-  
piteitä kohteittain.

Km-väli: 1.10 - 1.50 (0.40 km)

Km-lukemalla 1.15 on 5.40 m leveä silta. Tien pituus-  
kaltevuus sillalle tultaessa on huomattava. Lisäksi  
paalutussuuntaan katsottuna sillan takana leikkaukses-  
sa oleva kaarre rajoittaa kohtaamisnäkemän 65 metriin.  
Kapeata siltaa on näin ollen pidettävä liikenteelle  
erittäin vaarallisena ja parantamistyön yhteydessä kor-  
jattavana paikkana.

Sillan perustukset ja maatuet ovat täysin tyydyttävässä  
kunnossa. Tästä syystä halvin sillan parantamistoimenpi-  
de on sen leventäminen nykyiselle paikalleen. Näkemäolo-  
suhteet voidaan tarkoituksenmukaisemmin korjata siirtä-  
mällä tie vaihtoehdon M 1 mukaiseen paikkaan.

Kustannusarvio n. 180.000 mk.

Km-väli: 2.25 - 2.65 (0.40 km)

Tieosalla olevan vaakakaarteen säde on 112 m. Kapea kal-  
lioleikkaus ja pienisäteinen kupera pystytaite rajoitta-  
vat kohtaamisnäkemän 40 metriin. Ohjeiden antamien suosi-  
tusten ja liikenneturvallisuusnäkökohtien mukaan ko. tien-  
kohta on parannustyön yhteydessä korjattava. Korjaus voi-  
daan tarkoituksenmukaisesti suorittaa rakentamalla tie  
vaihtoehdon M 2 mukaiseen paikkaan.

Kustannusarvio n. 120.000 mk.

Km-väli: 4.60 - 6.10 (1.50 km)

Tieosalla on yksi suositeltavaa pienisäteisempi kaarre ja  
n. km:llä 5.60 oleva pienisäteinen kupera taite rajoitta-

vat kohtaamisnäkemän 45-75 metriin. Minimitoimenpiteenä voidaan pitää tien uudelleen rakentamista vaihtoehdon M 3 mukaiseen paikkaan. Koko km-välin 4.60 - 6.10 nykyinen tienopeus on keskimäärin n. 55 km/h. Vaihtoehto M 3 nostaa tienopeuden arvoon n. 62 km/h. Tienopeuden nostaminen arvoon 65 km/h edellyttää lisäksi geometrian parannustoita km-välillä 4.60 - 5.00. Yhdessä vaihtoehdon M 3 kanssa nousevat näiden parannusten kustannukset lähes vaihtoehtojen A 1 ja A 2 kustannusten tasolle. Tarkastelun kohteeksi valitaan tästä syystä palvelutasotavoitteen täyttävät vaihtoehdot A 1 ja A 2, sekä tavoitteista hivenen tinkivä minimitoimenpide M 3.

Kustannusarviot km-välillä 4.60 - 6.10

Vaihtoehto	ur	rp	korv.	yht.mk
M 3	150000	40000	5000	195000
A 1	390000	-	30000	420000
A 2	320000	10000	50000	380000

Vuonna 1970 geometrian parantamiseen investoidulle pääomalle saadaan seuraavat sisäisen koron arvot:

M 3       $r = 2.3 \%$

A 1       $r = 10.0 \%$

A 2       $r = 13.6 \%$

Voidaan todeta, että vaihtoehto A 2 on investointikustannuksiltaan vaihtoehtoa A 1 halvempi ja antaa lisäksi suuremman koron investoinneille. Vaihtoehto A 1 puolestaan aiheuttaa vähäisemmät haitat paikalliselle asutukselle.



Km-väli: 7.30 - 7.80 (0.50 km)

Tiessä on kaksi pienisäteistä vaakakaarretta ( $R = 80$  ja  $88$  m) minimikohtaamisnäkemän kylän alueelle ollessa  $35$  m. Geometria ja näkemät voidaan auttavasti korjata vaihtoehdon M 4 mukaan. Korjaustoimenpiteestä huolimatta on nopeusrajoitus kylän alueella säilytettävä. Nopeusrajoitus voidaan poistaa rakentamalla tie vaihtoehdon B 1 mukaiseen paikkaan.

Kustannusarviot:

B 1 rakennuskustannukset	280.000,-
korvaukset	40.000,-
	<hr/>
B 1 yhteensä	320.000,-

Vaihtoehto M 4 maksaa n.  $80.000$  mk.

Vaihtoehto B 1 antaa vuonna 1970  $5.6$  % sisäisen koron, vastaavan prosenttiluvun vuonna 1980 ollessa  $14.5$ .  
Vaihtoehto on kannattava jo  $-70$  luvun puolivälissä.

Km-väli: 8.75 - 10.30 (1.55 km)

Tieosalla on yksi ohjearvoa pienisäteisempi kaarre. Minimikohtaamisnäkemä vaihtelee  $49 - 430$  metriin tienopeuden vaihdellessa  $41-80$  km/h, keskimääräisen arvon ollessa  $61$  km/h. Palvelutaso D edellyttää 1990 tienopeuden poikkileikkauksella  $8/7$  tienopeuden arvoa n.  $70$  km/h. Minimitoimenpiteenä tulee kysymykseen vaihtoehto M5. Muina korjaustoimenpiteinä tulevat kysymykseen vaihtoehdot C 1 - C 3.

Kustannusarviot km-välille 8.75 - 10.30

Vaihtoehto	ur	rp	korv.	yht.mk
M 5	200000	60000	10000	270000
C 1	300000	40000	110000	450000
C 2	380000	15000	115000	510000
C 3	420000	-	55000	475000

Vuonna 1970 geometrian parantamiseen sijoitetuille varoille saadaan seuraavat sisäisen koron arvot:

M 5      15.7 %

C 1      8.5 %

C 2      8.3 %

C 3      11.7 %

Taloudellisesti suositeltavimpia ovat vaihtoehdot M 5 ja C 3.

Laskelmat on suoritettu poikkileikkauksella II N-8/7. Tien levenyttäminen poikkileikkausta 10/7 vastaavaksi aiheuttaa lisäkustannuksen n. 70000 mk/km. Leventämiseen sijoitetut varat antavat v. 1975 vaiheilla n. 10 % sisäisen koron. Tien rakentamista näiltä osin palvelutasoa D tyydyttävää poikkileikkausta II N-8/7 leveämpänäkin voidaan taloudellisesti perustella.

Risteys km:llä 12.50 on 70-luvulla järjestettävä joko eritasoiseksi tai valo-ohjatuksi. Samoin on jalankulku- ja polkupyöräliikenne tien loppupäässä uudelleen järjestettävä. Alue on asemakaavoitettu, joten jalankulku- ja polkupyöräliikenteen hoitaminen on katsottava kunnan tehtäväksi. Näitä toimenpiteitä ei tässä yhteydessä tarkemmin käsitellä.



5. Yhdistelmävaihtoehdot

Vaihtoehto 1

Tie parannetaan nykyiselle paikalleen geometriaa korjaamalla. Päällyste km-välillä 0.00 - 7.20 Ös (III N-7) ja välillä 7.20 - 12.50 SAb (II N-8/7). Km-väli 8.50 - 12.50 hoidetaan kunnossapitotoimenpitein.

Vaihtoehto 2

Poistetaan suositeltavaa raja-arvoa pienemmät elementit, ts. toteutetaan oikaisut M 1 - M 5. Muiden osien rakenne parannetaan.

Vaihtoehto 3

Toteutetaan oikaisut M 1, M 2, A 1, M 4 ja C 3. Tien muiden osien rakenne parannetaan.

Vaihtoehto 4

Toteutetaan oikaisut M 1, M 2, A 1, B 1 ja C 3. Tien muiden osien rakenne parannetaan.

Vaihtoehto 1 ei täytä palvelutasotavoitetta. Vaihtoehdolla 2 palvelutasotavoite on likimäärin saavutettavissa. Vaihtoehtoilla 3 ja 4 palvelutasotavoitteet saavutetaan palvelutason pysyessä kuitenkin tavoitellulla tasolla D.

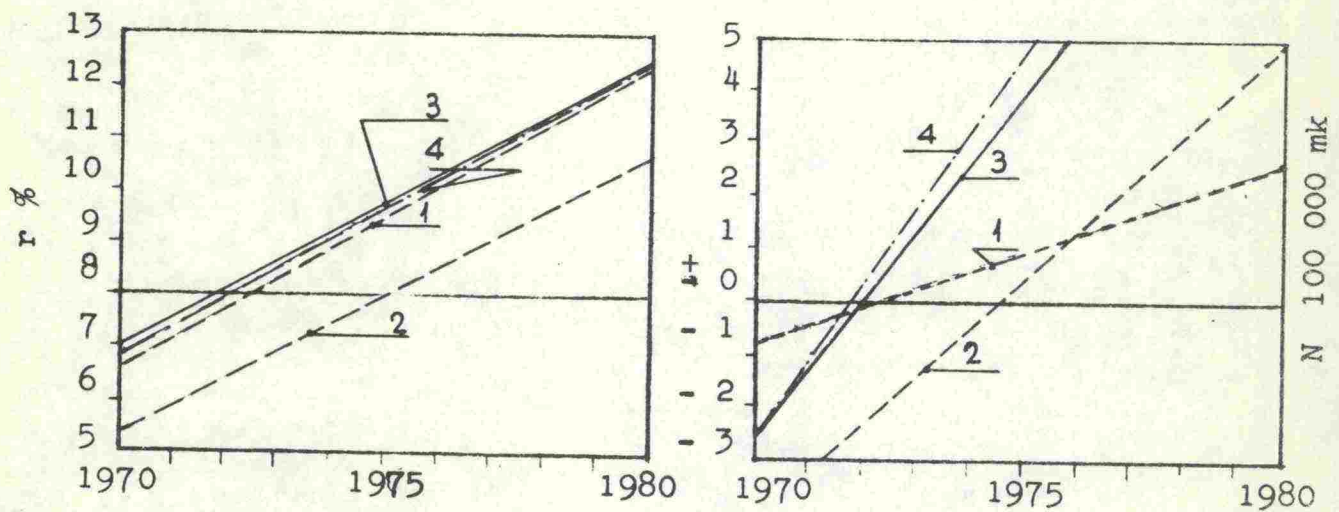
6. Yhdistelmävaihtoehtojen taloudellinen tarkastelu.

Vaihtoehto	Kustannusarvio mk	Invest.1970		Invest.1980	
		N(mk)	r %	N(mk)	r %
1)					
1	500.000	- 80000	6.7	265000	12.3
2	1.360.000	-425000	5.4	490000	10.6
3	1.790.000	-260000	7.1	1000000	12.4
4	2.000.000	-250000	6.9	1150000	12.4

1) 8.5 km

Kannattava toteuttamisaikakohta

Vaihtoehtojen sisäisen koron ja nykyarvojen riippuvuus toteuttamisaikakohtasta



Vaihtoehdot 1, 3 ja 4 voidaan toteuttaa jo v. 1971-1972.  
Vaihtoehtoon 2 taloudellisesti kannattava investointiajan-  
kohta on vasta 1974-75.



Vaihtoehtojen sisäinen korko  $r$  ja nettotehokkuusluku  $N/K$  todennäköisenä toteuttamisajankohtana 1974.

Vaihtoehto	$r$	$N/K$	$K$
1	8.9	0.15	500.000
2	7.5	- 0.04	1.360.000
3	9.2	0.14	1.790.000
4	9.1	0.15	2.000.000

Yhdistelmävaihtoehtoista voidaan todeta vaihtoehto 2 investointiajankohdasta riippumatta kannattavuudeltaan heikoimmaksi ja tästä syystä hylättäväksi ratkaisuksi. Vaihtoehto 1 on kannattavuudeltaan vaihtoehtoihin 3 ja 4 rinnastettavissa investointikustannusten ollessa kuitenkin vain noin neljännes viimeksi mainittujen kustannuksista. On kuitenkin huomattava, että po. ratkaisu ei täytä geometrian osalta asetettuja tavoitteita. Tästä syystä on katsottava vaihtoehto 1 toteuttamiskelpoiseksi vain rahoitusrajoitusten ollessa erittäin määrääviä.

Vaihtoehdot 3 ja 4 täyttävät asetetut vaatimukset ja tavoitteet ja ovat taloudellisesti sekä tasaveroisia, että kannattavia. Pääomakustannusten ero on 210.000 mk, eli noin 10 % investointikustannuksista. Toimenpiteen valinnassa vaihtoehtojen 3 ja 4 välillä on otettava huomioon myös muut kuin taloudelliset tekijät.

Vaihtoehdot 3 ja 4 eroavat toisistaan km-välillä 7.10 - 8.20, Nahkelan kylän kohdalla. Vaihtoehto 4 väistää kylän (linja B 1) vaihtoehdon 3 linjauksen noudatella

pääasiassa nykyistä tietä. Verrattaessa ratkaisuja toisiinsa, voidaan vaihtoehdon 4 etuina pitää seuraavia seikkoja:

1. kylä väistetään, liikenneturvallisuus parempi
2. nopeusrajoitus 50 km/h voidaan poistaa, tien palvelu parempi
3. meluhaitat vähäisemmät

Ottaen huomioon edellä käsitellyt seikat, on toteutettavaksi valittava vaihtoehto 3 tai 4. Toteuttamisajankohdan määrää lopullisesti hankkeen sijoittuminen sisäisen koron tai nettotehokkuusluvun mukaan piirin muiden hankkeiden joukkoon, sekä vallitsevat rahoituskehykset.



# TIESTON INVENTOINTIMITTAUKSET, SADAN METRIN LISTA

PIIRI: 01 UUSIMAA

TIE: 139 PAIJALA-JUKOLA

MITTAUSVÄLI: 01

SIVU 108

MATKA	PISTEET		PAALLYST		POIKKIL. KOK/AJOR	KALTEVUUS		KAARTEET		NAKEMAT		KANTA-	TAAJ	LASK.	MATKA	HUOMAUTUS
	LL	GL	LAJI	K		>35	>60	SADE	PIT.	MIN	MAX	UUUS	RT	PISTE		
MITATTU					6706		0000	6706		6804		6705				
100	85		KP	1	7.4/ 7.0			273	100	238	315	0		6203		PAIJALA MT 137
200	90		KP	1	7.4/ 7.0			942	230	207	238	0				
300	90		KP	1	7.4/ 7.0					208	333	0				
400	90		KP	1	7.4/ 7.0					208	263	0				
500	85		KP	1	7.4/ 7.0			265	60	153	233	5				
600	75		KP	1	7.4/ 7.0			362	120	148	299	0				
700	90		KP	1	7.4/ 7.0					249	353	0		6202	625	PT LAHELAAN
800	90		KP	1	7.4/ 7.0			609	85	256	334	0				
900	90		KP	1	7.4/ 7.0			645	90	185	256	0				
1000	90		KP	1	7.4/ 7.0					199	229	0				
1100	90		KP	1	7.4/ 7.0			917	80	223	260	0				
1200	90		KP	1	7.4/ 7.0			1376	120	199	274	0				
1300	90		KP	1	7.4/ 7.0	66		412	115	157	199	0				
1400	90		KP	1	7.4/ 7.0					192	218	0				
1500	90		KP	1	7.4/ 7.0			1290	135	195	256	0				
1600	90		KP	1	7.4/ 7.0					168	239	0				
1700	80		KP	1	7.4/ 7.0			560	215	98	168	5				
1800	80		KP	1	7.4/ 7.0	40				90	15	0				
1900	80		KP	1	7.4/ 7.0					124	198	0				
2000	75		KP	1	7.4/ 7.0			331	75	137	258	0				
2100	90		KP	1	7.4/ 7.0			491	60	181	259	0				
2200	80		KP	1	7.4/ 7.0			300	220	98	181	0				
2300	75		KP	1	7.4/ 7.0					89	151	0				
2400	75		KP	1	7.4/ 7.0					127	194	5				
2500	65		KP	1	7.4/ 7.0			148	330	106	127	0				
2600	65		KP	1	7.4/ 7.0					106	107	5				
2700	65		KP	1	7.4/ 7.0					94	108	0				
2800	65		KP	1	7.4/ 7.0					79	142	5				
2900	65		KP	1	7.4/ 7.0			86	75	69	136	5				
3000	65		KP	1	7.4/ 7.0			159	260	53	109	0				
3100	65		KP	1	7.4/ 7.0					49	128	0				
3200	65		KP	1	7.4/ 7.0					128	219	0				
3300	75		KP	1	7.4/ 7.0			259	450	113	173	0				
3400	75		KP	1	7.4/ 7.0					114	134	0				
3500	75		KP	1	7.4/ 7.0					134	401	0				
3600	85		KP	1	7.4/ 7.0					401	553	5				
3700	85		KP	1	7.4/ 7.0					430	518	0				
3800	90		KP	1	7.4/ 7.0					342	430	0				
3900	90		KP	1	7.4/ 7.0			1242	65	256	342	5				
4000	90		KP	1	7.4/ 7.0			1003	105	179	256	0				
4100	75		OS		7.0/ 6.0					115	179	5				
4200	70		OS		7.0/ 6.0			382	80	124	214	0				
4300	85		OS		7.0/ 6.0	93				214	443	0				
4400	80		OS		7.0/ 6.0			371	110	247	387	0				
4500	70		OS	1	7.0/ 6.0	39				107	247	5				
4600	60		OS	1	7.0/ 6.0			260	195	107	163	9				
4700	65		OS	1	7.0/ 6.0					85	119	5				
4800	60		OS		7.0/ 6.0					87	173	0				
4800*								167	70			0				
4900	70		OS		7.0/ 6.0			208	120	35	128	0				

4047

# TIESTON INVENTOINTIMITTAUKSET, SADAN METRIN LISTA

PIIRI: 01 UUSIMAA

TIE: 139 PAIJALA-JUKOLA

MITTAUSVALI: 01

SIVU 109

MATKA	PISTEET	PAALLYSTE	POIKKIL.	KALTEVUUS	KAARTEET	NAKENAT	KANTA-	TAAJ	LASK.	MATKA	HUOMAUTU:
	LL GL	LAJI K	KOK/AJOR	>35 >60	SADE PIT.	MIN MAX	VUUS	RT	PISTE		
MITATTU			6706	0000	6706	6804	6705				
5000	60	OS	7.0/ 6.0		88 95	35 130	0				
5100	55	OS	7.0/ 6.0	74	287 60	130 285	9				
5200	65	OS	7.0/ 6.0		80 95	180 270	0				
5300	60	OS	7.0/ 6.0		151 150	144 210	0				
5400	75	OS	7.0/ 6.0		330 115	85 170	0				
5500	40	OS	7.0/ 6.0			135 310	5				
5500*					177 65		0				
5600	80	OS	7.0/ 6.0	116	344 60	167 269	5				
5700	75	OS	7.0/ 6.0		392 390	125 167	0				
5800	70	OS	7.0/ 6.0			100 146	0				
5900	65	OS	7.0/ 6.0	238		138 213	0				
6000	70	OS	7.0/ 6.0			150 220	0				
6100	60	OS	7.0/ 6.0			85 150	0				
6200	75	OS	7.0/ 6.0		631 110	75 140	0				
6300	60	OS	7.0/ 6.0	102	185 145	90 159	0				
6400	70	OS	7.0/ 6.0			159 280	5				
6400*					502 70		0				
6500	70	OS	7.0/ 6.0		188 105	130 190	0				
6600	60	OS	7.0/ 6.0			86 173	0				
6600*					129 155		0				
6700	55	OS	7.0/ 6.0	268		60 140	0				
6800	70	OS	7.0/ 6.0			90 135	5				
6900	50	OS	7.0/ 6.0		225 55	45 115	9				
7000	50	OS	7.0/ 6.0	276 53	401 70	45 195	9				
7100	65	OS	7.0/ 6.0		205 475	100 140	0				
7200	60	OS	7.0/ 6.0	35		125 285	0				
7300	65	OS	7.0/ 6.0			133 255	0				
7400	70	OS	7.0/ 6.0			120 161	0				
7500	75	OS	7.0/ 6.0			150 200	0				
7600	70	OS	7.0/ 6.0		295 350	70 156	0				
7700	55	OS	7.0/ 6.0			73 100	9				
7800	65	OS	7.0/ 6.0	54		90 155	0				
7900	65	OS	7.0/ 6.0			95 705	5				
8000	80	OS	7.0/ 6.0			586 690	5				
8100	80	OS	7.0/ 6.0			483 586	0				
8200	80	OS	7.0/ 6.0			380 483	0				
8300	70	OS	7.0/ 6.0			276 380	9				
8400	70	OS	7.0/ 6.0	137		173 276	9				
8500	50	OS	7.0/ 6.0	66		110 173	9				
8600	70	OS	7.0/ 6.0		408 320	128 175	5				
8700	70	OS	7.0/ 6.0			105 128	0				
8800	55	OS	7.0/ 6.0	355		111 200	9				
8900	60	OS	7.0/ 6.0	277	447 195	140 428	5				
9000	60	OS	7.0/ 6.0			428 1005	9				
9100	65	OS	7.0/ 6.0			786 915	9				
9200	70	OS	7.0/ 6.0			656 786	9				
9300	70	OS	7.0/ 6.0			527 656	9				
9400	70	OS	7.0/ 6.0	304 183		398 527	0				
9500	70	OS	7.0/ 6.0			268 398	0				
9600	75	OS	7.0/ 6.0			255 375	0				

8220 P/P TUUSULA/NURMIJARVI

9285 S (J) LEV 7.0  
9285 S (J) LEV 7.0



# TIESTON INVENTOINTIMITTAUKSET, SADAN METRIN LISTA

PIIRI: 01 UUSIMAA

TIE: 139 PAIJALA-JUKOLA

MITTAUSVÄLI: 01

SIVU 110

MATKA	PISTEET	PAALLYSTE	POIKKIL.	KALTEVUUS	KAARTEET	NÄKEMÄT	KANTA-	TAAJ	LASK.	MATKA	HUOMAUTUS	
LL	GL	LAJI	K	KOK/AJOR	>35 >60	SÄDE	PIT.	MIN	MAX	VUUS	RT	PISTE
MITATTU				6706	0000	0000		6804	6705			
4700	80	05	1	7.0/ 6.0				305	346	0		4608 9655 PALOJOKI PT SIIPPOOSEEN
9655	73			7.2/ 6.4	ML = 19.4	KL = 164		>150M	60%	HY	87%	
								>300M	20%	TY	13%	
								>460M	8%	HE	0%	

# TIESTON INVENTOINTIMITTAUKSET, SADAN METRIN LISTA

PIIRI: 01 UUSIMAA

TIE: 139 PÄIJÄLÄ-JUKOLA

MITTAUSVAIHE: 02

SIVU 111

MATKA	PISTEET	PAALLYSTE	POIKKIL.	KALTEVUUS	KAARTEET	NAKEMAT	KANTA-	TAAJ	LASK.	MATKA	HUOMAUTUS
LL	GL	LAJI	K	KOK/AJOR	>35 >60	SADE PIT.	MIN	MAX	VUUS	RT	PISTE
MITATTU				6706	6706	6706	6804	6705			
100	60	OS	1	6.6/ 6.0	164 88	472 214	130 190	0			4608 PALOJOKI PT SIIPPOOSEEN
200	70	OS	1	6.6/ 6.0			130 270	0			
300	70	OS	1	6.6/ 6.0	112		137 232	5			
400	70	OS	1	6.6/ 6.0			49 137	5			
500	45	OS	1	6.6/ 6.0	97 32	112 90	40 155	5			
600	70	OS	1	6.6/ 6.0		442 108	130 190	5			
700	60	OS	1	6.6/ 6.0	32	243 161	85 149	9			
800	55	OS	1	6.6/ 6.0	185 135		97 385	5			
900	65	OS	1	6.6/ 6.0			250 350	9			
1000	70	OS	1	6.6/ 6.0			212 250	9			
1100	60	OS	1	6.6/ 6.0		184 74	136 212	9			
1200	30	OS	1	6.6/ 6.0	0067		120 250	13			
1200*						465 276		0			
1300	55	OS	1	6.6/ 6.0			154 246	13			
1400	55	OS	1	6.6/ 6.0			130 255	9			
1500	45	OS	1	6.6/ 6.0			123 214	13			
1600	60	OS	1	6.6/ 6.0		273 100	73 123	5			
1700	40	OS	1	6.6/ 6.0	95 73	199 215	65 195	5			1706 5.3 S (J) LEV 5.3
1800	30	OS	1	6.6/ 6.0			85 143	9			
1900	35	OS	1	6.6/ 6.0		334 64	123 150	13			
2000	45	OS	1	6.6/ 6.0		277 111	95 315	13			
2100	70	OS	1	6.6/ 6.0			213 311	5			
2200	60	OS	1	6.6/ 6.0	57	363 95	120 213	5			
2300	65	OS	1	6.6/ 6.0		430 75	127 190	5			
2300*						191 100		0			
2400	50	OS	1	6.6/ 6.0			100 186	5			
2400*						212 122		0			
2500	40	OS	1	6.6/ 6.0	66		95 145	13			
2600	55	OS	1	6.6/ 6.0			112 350	9			
2700	75	OS	1	6.6/ 6.0			238 321	5			
2800	65	OS	1	6.6/ 6.0			155 238	9			
2900	60	OS	1	6.6/ 6.0		234 93	130 920	5			4609 2885 JUKOLA VT 3
2885	56			6.6/ 6.0	ML = 44.1	KL = 151	>150M 50% HY 52%				
							>300M 12% TY 28%				
							>460M 2% HE 21%				



# VIERSTON INVENTOINTIMETTAUKSET, KILOMETRILISTA

PIIRI: 01 UUSIMAA  
TIE: 139 PAIJALA-JUKOLA

SIVU 22

MITT VALI	KILO- METRI	PISTEET LL GL	PAALVYSTEET % KP OS BLS SR	POIKKIL. KOK/AJOR	MAK. KAART. LUKU LUKU	NAKEMAT % 150 300 450	KANTAVUUS % HV TY HE	TAAJ. %
01	1.000	88	100	7,4/ 7,0	10,0 91	95 20	100	
01	2.000	86	100	7,4/ 7,0	13,7 74	80	100	
01	3.000	71	100	7,4/ 7,0	10,0 353	25	100	
01	4.000	80	100	7,4/ 7,0	10,0 121	65 40 10	100	
01	5.000	70	100	7,0/ 6,0	14,6 182	45 10	90 10	
01	6.000	68	100	7,0/ 6,0	25,0 270	55 5	90 10	
01	7.000	62	100	7,0/ 6,0	33,9 207	30	80 20	
01	8.000	67	100	7,0/ 6,0	12,8 221	45 15 15	90 10	
01	9.000	67	100	7,0/ 6,0	35,8 77	70 40 20	50 50	
01	9.700	71	100	7,0/ 6,0	31,7	100 86 50	57 43	
01	9.700	73	41 59	7,2/ 6,4	19,4 164	60 20 8	87 13	
02	1.000	64	100	6,6/ 6,0	37,0 136	50 10	70 30	
02	2.000	46	100	6,6/ 6,0	367,5 191	40 5	20 30 50	
02	2.900	60	100	6,6/ 6,0	14,8 123	61 22 6	67 22 11	
02	2.900	56	100	6,6/ 6,0	144,1 151	50 12 2	52 28 21	
	12.000	69	32 68	7M 32%	48,1 161	58 18 7	79 17 5	
				<7M 68%				